

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

Ясінський Владислав Олександрович

УДК 631.17

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МТП З
РОЗРОБКОЮ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ
МОТОРНОЇ ОЛИВИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Ясінський В.О.

Керівник роботи
Куликівський В.Л.
кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Ясінський Владислав Олександрович. Організація технічного сервісу МТП з розробкою пристосування для очищення моторної оливи. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

У кваліфікаційній роботі досліджено організацію технічного сервісу машинно-тракторного парку в умовах сільськогосподарських підприємств України з розробкою спеціального пристосування для очищення моторної оливи. Встановлено, що організація технічного сервісу машинно-тракторного парку на сільськогосподарських підприємствах України потребує вдосконалення. Важливою складовою роботи стали організаційно-управлінські рекомендації щодо організації роботи і матеріально-технічного забезпечення сервісного підрозділу

В роботі встановлено, що впровадження ефективних механізмів очистки оливи є нагальною потребою для підвищення надійності та зменшення простоїв техніки. Вивчення існуючих промислових рішень дало змогу визначити як сильні, так і слабкі сторони існуючих пристроїв, а отже дало підґрунтя для розробки власного конструктивного рішення з урахуванням практичних обмежень вітчизняних господарств. На підставі отриманих результатів зроблено висновок, що розроблене пристосування для очищення моторної оливи є технічно ефективним, економічно вигідним та екологічно виправданим рішенням для системи технічного сервісу машинно-тракторного парку в українських аграрних підприємствах.

Ключові слова: машинно-тракторний парк, олива, очистка, пристосування, технічний сервіс, ремонт.

ANNOTATION

Vladislav Aleksandrovich Yasinsky. Organization of technical service of the machine and tractor fleet with the development of a device for cleaning engine oil.

– Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work investigates the organization of technical service of the machine-tractor fleet in the conditions of agricultural enterprises of Ukraine with the development of a special device for cleaning engine oil. It was found that the organization of technical service of the machine and tractor fleet at agricultural enterprises of Ukraine needs to be improved. An important component of the work was the organizational and managerial recommendations for organizing the work and logistics of the service unit.

The study found that the introduction of effective oil purification mechanisms is an urgent need to improve reliability and reduce equipment downtime. The study of existing industrial solutions made it possible to identify both the strengths and weaknesses of existing devices, and thus provided the basis for developing our own constructive solution, taking into account the practical limitations of domestic farms. Based on the results obtained, it is concluded that the developed device for cleaning engine oil is a technically efficient, cost-effective and environmentally sound solution for the technical service system of the machine and tractor fleet in Ukrainian agricultural enterprises.

Keywords: machine and tractor fleet, oil, cleaning, device, technical service, repair.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ.....	9
РОЗДІЛ 2. СТВОРЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	27
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИСТРОСУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВИ.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Актуальність дослідження полягає в тому, що ефективне функціонування машинно-тракторного парку (МТП) є одним із ключових факторів підвищення продуктивності та економічної стабільності сільськогосподарських підприємств України. У сучасних умовах інтенсивного використання техніки зростає навантаження на двигуни тракторів та інших машин, що призводить до швидшого забруднення моторної оливи продуктами зносу та сторонніми домішками. Накопичення частинок металу та інших твердих фракцій у мастильній системі спричиняє підвищений знос деталей, зниження ККД двигуна, частіші позапланові ремонти та зростання витрат на обслуговування. Водночас традиційні методи заміни оливи вимагають значних фінансових витрат і часу, особливо під час пікових польових робіт, коли кожна година простою техніки призводить до втрат урожайності. Розробка пристосування для очищення моторної оливи дозволяє продовжити строк її експлуатації, знизити витрати на закупівлю нових мастильних матеріалів і зменшити кількість відходів, що позитивно впливає на екологічний стан регіону. Крім того, впровадження такого пристосування сприятиме посиленню ресурсозбереження, адже очищена олива зберігає свої захисні властивості довше, ніж при звичайній експлуатації. Організація технічного сервісу МТП із урахуванням застосування пристосування до очищення оливи дозволяє створити системний підхід до профілактики двигунів, зменшити частоту капітальних ремонтів і підвищити довговічність агрегатів. Оскільки вітчизняні аграрії дедалі частіше переходять на інтенсивні технології обробітку ґрунту та збирання врожаю, потреба в безперебійній роботі техніки набуває особливої актуальності. Таким чином, впровадження автономного пристосування для очищення моторної оливи в структуру технічного сервісу забезпечує конкурентну перевагу підприємствам і сприяє підвищенню ефективності виробництва в умовах обмеженого бюджету та зростаючих цін на енергоносії.

Мета дослідження: розробити обґрунтовану методику організації технічного сервісу машинно-тракторного парку (МТП) із впровадженням авторського пристосування для очищення моторної оливи, що забезпечить підвищення надійності та ресурсозбереження двигунів, зниження експлуатаційних витрат і скорочення простоїв техніки в умовах сільськогосподарського виробництва.

Завдання дослідження:

- проаналізувати сучасний стан організації технічного сервісу МТП в аграрних підприємствах України та розробити систему технічного сервісу на прикладі проектного підприємства;
- дослідити природу забруднень моторної оливи (металеві частинки, продукти зносу, сторонні домішки) і встановити їхній вплив на технічний стан двигунів тракторів та комбайнів;
- вивчити існуючі технічні рішення для очищення моторних оливи, оцінити їхню ефективність, економічну доцільність та техніко-експлуатаційні властивості;
- розробити конструкційну схему та технічну документацію авторського пристосування для фільтрації та регенерації моторної оливи в межах ремонтно-сервісних робіт МТП;
- виконати розрахунок основних параметрів пристосування, забезпечити вибір матеріалів та комплектуючих з урахуванням режимів експлуатації.

Об'єкт дослідження: процес технічного обслуговування машинно-тракторного парку у сільськогосподарських підприємствах України, що включає комплекс заходів із забезпечення технічної готовності, діагностики, ремонту та ресурсозбереження двигунів тракторів і сільськогосподарських машин.

Предмет дослідження: організаційно-технологічні та технічні аспекти впровадження авторського пристосування для очищення моторної оливи в структуру технічного сервісу МТП, зокрема способи інтеграції його у

регламентні роботи, методи оцінки ефективності очищення оливи та вплив на надійність і ресурсозбереження двигунів.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Борак К.В., Федорчук А.О. Куликівський В.Л., Ясінський В.О., Бугасенко Н.В. Технічний сервіс сільськогосподарських машин в Україні: стан, проблеми та європейський досвід. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» з нагоди 30-річчя започаткування підготовки ОС «Бакалавр» за спеціальністю «Агроінженерія» 11 квітня 2025 року м. Житомир / МОН України, Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Київ. Видавничий центр ЖАТФК України, 2025. С. 58-64.

2. Куликівський В. Л., Ясінський В. О., Шевчук О. А. Аналіз методів очищення відпрацьованих моторних олив. Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. С. 63-65.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення проведеного дослідження полягає у впровадженні розробленого пристосування для очищення моторної оливи в існуючі технологічні процеси технічного обслуговування машинно-тракторного парку сільськогосподарських підприємств. Запропоноване рішення дозволяє суттєво підвищити якість очищення оливи від механічних домішок і продуктів зносу, що, у свою чергу, сприяє збільшенню ресурсу роботи як двигунів тракторів, так і інших силових агрегатів. Використання пристосування дає змогу зменшити частоту заміни оливи, що забезпечує ощадливе використання паливно-мастильних матеріалів та знижує експлуатаційні витрати підприємства. Крім того, регулярне

очищення оливи скорочує простої техніки через зменшення кількості аварійних відмов, зумовлених зношуванням деталей двигуна внаслідок забрудненої оливи. Окрім економічного ефекту, застосування пристосування сприятиме зменшенню негативного впливу відпрацьованих олив на довкілля за рахунок більш повного використання їх ресурсу перед утилізацією. Таким чином, результати кваліфікаційної роботи можуть бути безпосередньо використані інженерними службами сільськогосподарських підприємств для підвищення надійності та зниження собівартості технічного обслуговування.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 22 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 61 сторінка комп'ютерного тексту, містить 4 рисунки, 2 таблиці та 2 додатки.

РОЗДІЛ 1

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

Організація технічного сервісу машинно-тракторного парку відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної та ефективної роботи сільськогосподарських підприємств України. Цей процес охоплює комплекс заходів з обслуговування, діагностики та ремонту сільськогосподарської техніки. Належне планування технічного сервісу дозволяє мінімізувати час простоїв техніки під час сезону польових робіт. В умовах сучасного аграрного виробництва ефективність обслуговування безпосередньо впливає на продуктивність праці та економічні показники підприємств. Систематичний підхід до технічного обслуговування запобігає передчасному зношуванню машин і агрегатів. Крім того, своєчасне виявлення та усунення несправностей сприяє підвищенню безпеки праці водіїв та обслуговуючого персоналу. Організація технічного сервісу передбачає створення чіткої структури сервісної служби всередині підприємства. До складу цієї служби входять інженери з технічного обслуговування, механіки, електрики та техніки, які забезпечують комплексну підтримку машинно-тракторного парку. Сучасні аграрні підприємства, особливо великі агрохолдинги, мають спеціалізовані ремонтні підрозділи, оснащені необхідним обладнанням. Водночас більшість малих та середніх господарств співпрацюють з зовнішніми сервісними організаціями або сервісними центрами виробників техніки. Таким чином, організаційна структура технічного сервісу повинна бути адаптованою до розмірів і специфіки господарської діяльності підприємства [1].

Однією з важливих складових організації технічного сервісу є розробка графіків профілактичних оглядів і регламентного обслуговування машин. Регламентне обслуговування базується на рекомендаціях виробників техніки та індивідуальному досвіді підприємства. У технічній документації зазвичай містяться строки обслуговування відповідно до кількості відпрацьованих

мотогодин або пробігу. Використання електронних систем обліку технічного стану дозволяє автоматизувати процес планування та відстежувати виконання робіт. На рівні підприємства зазвичай ведеться єдиний журнал обліку технічного обслуговування, куди вносяться всі відомості про роботи з кожною одиницею техніки. Це полегшує аналіз ефективності проведених заходів та допомагає приймати обґрунтовані рішення щодо модернізації або списання машин. Графіки обслуговування повинні враховувати сезонний характер агровиробництва, коли техніка працює з максимальною інтенсивністю в періоди посіву та збору врожаю. У міжсезоння, тобто в зимовий період, виконується капітальний ремонт, діагностика вузлів та агрегатів з використанням спеціалізованого обладнання. Такий підхід забезпечує рівномірне завантаження ремонтних потужностей і знижує ризик нагромадження операцій напередодні посівної або збору урожаю. Врахування цих особливостей сприяє підвищенню надійності машин і зниженню витрат на ремонтні роботи [2-3].

Організаційна структура служби технічного сервісу включає декілька рівнів управління, які взаємодіють між собою для забезпечення безперебійного функціонування машинно-тракторного парку. На чолі служби зазвичай стоїть головний інженер або керівник ремонтно-технічного підрозділу, відповідальний за стратегічне планування та координацію всієї діяльності. Нижче у ієрархії розташовані механіки, майстри змін та групи обслуговуючого персоналу, які виконують безпосередні роботи з ремонту та обслуговування техніки. Кожному майстру призначається визначена кількість одиниць техніки для контролю, що забезпечує персоналізований підхід до обслуговування. Механіки та інженери виконують діагностику складних несправностей, застосовуючи інструменти технічної діагностики та експертні системи. Електрики відповідають за обслуговування електричних і електронних систем машин, включаючи монтаж датчиків та кабельних мереж. Для координації робіт між змінними групами використовуються внутрішні нормативні документи, які регламентують строки здачі техніки та обов'язкові процедури.

Взаємодія між підрозділами поліпшується завдяки регулярним нарадам, де обговорюються результати минулих обслуговувань та плани на наступний період. Ефективність роботи служби оцінюється за показниками простою техніки, виконаними обсягами ремонтів та збереженням ресурсу машин. Забезпечення злагодженої роботи кожного рівня структури служби є запорукою високої продуктивності агропідприємства [3, 4, 6].

Однією з ключових завдань є формування складу необхідних запасних частин, матеріалів та комплектуючих для технічного обслуговування. На основі аналізу типових несправностей та рекомендацій виробників складається перелік запчастин, які повинні бути наявні на складі підприємства. Для оптимізації запасів застосовують методи ABC-аналізу, які дозволяють виділити найважливіші позиції з точки зору частоти використання та вартості. Це допомагає уникати надлишкових інвестицій у низькопоширені деталі та своєчасно поповнювати запаси за найпопулярнішими позиціями. Крім того, ведеться облік термінів придатності масел, мастил та інших витратних матеріалів, що запобігає їх псуванню. Організація логістики поставок передбачає вибір надійних постачальників запчастин, здатних забезпечити своєчасну доставку в усі регіони України. Важливо враховувати особливості сезонного попиту: у години пікових навантажень запас найчастіше витрачається швидше. У зв'язку з цим проводиться періодичний аналіз залишків та автоматизоване формування заявок на поповнення. Своєчасна забезпеченість підприємства гумою, фільтрами та іншими критичними деталями безпосередньо впливає на готовність техніки до польових робіт. Таким чином, ефективне управління матеріально-технічними ресурсами є невід'ємною частиною організації технічного сервісу [7].

Для проведення діагностики технічного стану машин застосовуються як традиційні, так і сучасні методи. Візуальний огляд та контрольні виміри залишаються основними при первинній оцінці стану вузлів та агрегатів. Однак дедалі ширше впроваджуються електронні системи діагностики, що дозволяють швидко виявляти відхилення від номінальних параметрів роботи двигуна,

трансмисії та гідравлічних систем. Використання портативних діагностичних сканерів, а також стаціонарних стендів для тестування компонентів, значно підвищує точність виявлення несправностей. Для тракторів оснащених телематичними системами діагностики можливе отримання даних реального часу про параметри роботи техніки, що дає змогу приймати рішення про проведення обслуговування безпосередньо у полі. Це особливо важливо під час активних сезонів, коли окремі машини обходяться без відволікання на довготривалий ремонт. Крім того, впровадження безпілотних літальних апаратів для аерофотозйомки технічного стану машинно-тракторного парку надає можливість моніторингу важкодоступних ділянок. Діагностичні дані аналізуються інженерами для планування ремонтів та профілактичних робіт з урахуванням пріоритетності та критичності несправностей. Застосування сучасних засобів діагностики дозволяє знизити витрати на неефективні ремонтні операції та підвищити загальну готовність техніки. Планування діагностики здійснюється на основі аналізу минулих показників технічної готовності та результатів технічного обстеження. Водночас випускники аграрних технікумів та університетів повинні пройти відповідне навчання для роботи з цими системами, що додає значущості програмам професійного підвищення кваліфікації [8].

Однією з основних проблем організації технічного сервісу в умовах України є достатність та кваліфікація обслуговуючого персоналу. Брак кваліфікованих механіків та інженерів особливо відчутний у віддалених регіонах. Для вирішення цієї проблеми аграрні підприємства активно співпрацюють із технікумами та навчальними закладами, надаючи майданчики для проходження практики студентів. Часто зустрічаються випадки, коли молоді спеціалісти залишаються працювати в господарстві після закінчення навчання. Крім того, організовуються внутрішні тренінги та семінари з виробниками техніки, що дозволяє персоналу отримувати знання про новітні технології та особливості обслуговування сучасних машин. Система наставництва, де досвідчені майстри передають свої знання молодим

співробітникам, є ефективним інструментом підвищення кваліфікації. Крім технічних навичок, велика увага приділяється питанням безпеки праці та охорони навколишнього середовища. Дотримання правил техніки безпеки під час технічного обслуговування є обов'язковою умовою роботи сервісної служби. Для мотивації працівників застосовуються як матеріальні (премії, бонуси), так і нематеріальні (визнання, кар'єрне зростання) стимули. Формування стабільного колективу висококваліфікованих спеціалістів є одним із ключових факторів успішного функціонування технічного сервісу [10].

Фінансування технічного сервісу машинно-тракторного парку включає забезпечення витрат на запчастини, матеріали, запасні компоненти, оплату праці працівників та амортизаційні відрахування. Основні джерела фінансування – власні кошти підприємства, інвестиційні гранти, кредити та лізингові програми. Використання лізингових програм від виробників техніки дозволяє отримати сучасні машини з високою гарантією обслуговування та знижками на запасні частини. При плануванні бюджету обов'язково враховується сезонний характер навантаження на ремонтні потужності та потреба у проведенні капітального ремонту під час міжсезоння. Крім того, до бюджету включають витрати на закупівлю сучасного обладнання діагностики, стендів для випробувань та інструменту. Розподіл коштів здійснюється з урахуванням пріоритетності напрямків: відновлення критично важливих вузлів, модернізація, профілактичні роботи. Разом з тим важливо забезпечити резервний фонд для непередбачених витрат, пов'язаних з аварійними ситуаціями у сезон польових робіт. Використання аналітичних даних попередніх періодів допомагає оптимізувати фінансування та уникнути перевитрат. Економічна ефективність технічного сервісу оцінюється за показниками окупності вкладень у ремонт та обслуговування, зниження середніх витрат на одиницю техніки та збільшення продуктивності роботи. Вчасне фінансування технічного сервісу сприяє підтриманню оптимального стану машинно-тракторного парку та підвищує рентабельність агровиробництва.

Забезпечення безпеки праці під час виконання технічних робіт є невід'ємною складовою організації сервісного обслуговування. Усі працівники повинні пройти належний інструктаж з техніки безпеки та бути забезпеченими спеціальними засобами індивідуального захисту. Це включає захисні окуляри, рукавички, спецодяг та спеціалізоване взуття, що відповідає вимогам стандартів. Організація робочих місць у ремонтних цехах має відповідати нормам ергономіки та безпеки: достатня вентиляція, освітлення та розміщення інструменту. Систематичний контроль за станом обладнання (наприклад, підйомних пристроїв, домкратів, стендів) проводиться на підставі внутрішніх регламентів. Наявність знаків безпеки та антивибухових пристроїв у приміщеннях, де виконуються зварювальні та фарбувальні роботи, є обов'язковою умовою. Регулярне проведення медичних оглядів працівників, що обслуговують техніку, знижує ризик виробничого травматизму. Впровадження системи управління охороною праці згідно з державними стандартами дозволяє підприємствам уникати штрафів та зберігати безпечне середовище. Проведення тренувальних евакуацій та інструктажів у разі надзвичайних ситуацій забезпечує готовність колективу до швидкого реагування. Загалом безпека технічного сервісу має бути пріоритетом на кожному рівні організації [12].

Важливою умовою ефективної роботи служби технічного сервісу є наявність сучасного ремонтного обладнання. Агрегатні станції оснащуються стендами для балансування коліс, кузнечно-пресовим обладнанням, токарними та фрезерними верстатами. Наявність підйомних механізмів, кран-балок та спеціалізованих домкратів робить можливим виконання ремонту важких тракторів і комбайнів. Для обробки деталей та виготовлення унікальних комплектуючих іноді використовують верстати з ЧПУ. Крім того, в багатьох господарствах облаштовують стаціонарні пункти зварювання та фарбування машин, що дозволяє проводити повний комплекс послуг у межах одного цеху. Наявність сучасних діагностичних стендів для моторів дозволяє оцінити показники роботи двигуна після ремонту перед поверненням техніки в експлуатацію. Вартість такого обладнання часто компенсується підвищеною

якістю ремонтних робіт та зниженням частоти повернення техніки для повторного ремонту. Розміщення обладнання планується з урахуванням потоків техніки та раціональних маршрутів переміщення агрегатів у цеху. Забезпечення регулярного технічного обслуговування самого обладнання є необхідним для підтримки його працездатності. Через високі капітальні витрати на придбання сучасного обладнання багато господарств обирають комбінований підхід, використовуючи як власні потужності, так і залучаючи послуги сторонніх сервісних організацій [1, 4, 6].

Документація є важливою складовою організації технічного сервісу, оскільки забезпечує стандартність та звітність виконаних робіт. Кожен ремонтний процес повинен супроводжуватися оформленням відповідних актів та замовлень-нарядів. У документах зазначаються характер поломки, перелік виконаних робіт, використані запчастини та матеріали, а також прізвища відповідальних осіб. Це дозволяє вести облік витрат та аналізувати причинно-наслідкові зв'язки виникнення несправностей. Також у технічній документації відображаються рекомендації виробника щодо експлуатації і технічного обслуговування кожної моделі техніки. Дотримання цих рекомендацій є гарантією збереження гарантійного обслуговування виробника. Крім журналів та нарядів, ведеться електронна база даних, де збираються історичні дані про технічний стан та ремонти кожної машини. Використання програмного забезпечення для управління сервісом дозволяє автоматизувати процес оформлення документів та планування робіт. Регулярна архівація даних захищає інформацію від втрати та забезпечує збереження історії парку машин. Таким чином, ефективна система документації стає основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень [1, 9, 10].

Регуляторно-правова база в Україні визначає вимоги до організації технічного сервісу машинно-тракторного парку на державному рівні. Основними нормативними документами є Закони України «Про охорону праці», «Про технічне регулювання», а також відповідні постанови Кабінету Міністрів. Державний стандарт ДСТУ регламентує технічні умови

виробництва, експлуатації та ремонту сільськогосподарської техніки. Крім цього, існують галузеві нормативи Мінекономіки та Мінагрополітики щодо технічного обслуговування машин і агрегатів. Підприємства обов'язково враховують ці норми при розробці внутрішніх регламентів та інструкцій. Контроль за виконанням державних стандартів здійснюється органами технічного нагляду та сертифікації. У випадку порушень передбачені фінансові санкції та можливість анулювання ліцензій на виконання ремонтних робіт. Для гарантії якості послуг багато аграрних комплексів проходять добровільну сертифікацію за стандартами ISO. Це підтверджує високий рівень організації технічного сервісу та збільшує довіру партнерів. Врахування вимог законодавства гарантує безпеку роботи техніки та забезпечує правову захищеність підприємства [12].

Планування завдань технічного сервісу здійснюється на основі сезонних потреб господарства. На початку кожного року складається план-графік ремонтних робіт із зазначенням термінів проведення ТО та капітальних ремонтів. У період підготовки до весняно-польових робіт проводиться огляд і регламентне обслуговування найбільш задіяних у посівній технічних засобів. Аналогічно восени, перед збором врожаю, здійснюють підготовку техніки, яка буде активно задіяна під час жнив. У міжсезоння відводиться час на капітальні ремонти, модернізацію та закупівлю нових вузлів. Планування враховує поточний технічний стан машин, пріоритетність їх використання в технологічному процесі та обсяг виконання польових робіт. Для гнучкості у плануванні передбачаються резервні дати на випадок непередбачених затримок. Регулярний моніторинг виконання плану здійснюється через звіти керівників ремонтних груп. Аналіз відхилень допомагає коригувати графік та оперативно реагувати на зміни дорожньо-погодних умов. Таким чином, сезонне планування забезпечує своєчасність та ефективність технічного обслуговування [13].

Управління якістю технічного сервісу здійснюється через встановлення ключових показників ефективності (KPI). Основними KPI є середній час простою техніки, відсоток виконання планових робіт у строки, кількість

аварійних поломок та витрати на ремонт на одиницю техніки. Щоб контролювати ці показники, усі дані накопичуються у системі управління обслуговуванням. Регулярні наради з обговоренням досягнутих показників допомагають своєчасно виявляти слабкі місця та приймати коригувальні заходи. Крім кількісних показників, аналізуються якісні аспекти: рівень кваліфікації персоналу, дотримання технологій ремонту, задоволеність водіїв та керівництва. У випадку невідповідності стандартам проводяться аудити з залученням незалежних експертів. Зворотний зв'язок з водіями дозволяє виявити приховані проблеми у роботі технічної служби. Використання методів статистичного аналізу допомагає прогнозувати розвиток ситуації та планувати заходи з підвищення ефективності. Постійне вдосконалення процесів технічного сервісу є важливою умовою адаптації до швидкозмінних умов ринку та технологічних трендів [14].

Впровадження інформаційних систем управління технічним сервісом значно спрощує координацію робіт та оптимізацію процесів. Такі системи дозволяють здійснювати електронний облік машинно-тракторного парку, зберігати історію ремонтів, керувати запасами запчастин та формувати звіти в онлайн-режимі. Багато з цих систем інтегруються з телематичними платформами виробників, що дає змогу отримувати дані прямо з тракторів та комбайнів. Це сприяє своєчасному діагностуванню потенційних проблем ще до виходу техніки з ферми. У разі виявлення критичних помилок система автоматично формує заявку на ремонт або діагностику. Крім того, інформаційні платформи можуть формувати детальні аналітичні звіти щодо використання ресурсів та ефективності роботи сервісу. Використання мобільних додатків для оформлення нарядів-замовлень дозволяє механікам оперативно отримувати завдання та звітувати про виконані роботи. Автоматизація зменшує кількість паперової документації та ризик помилок при введенні даних. Важливо організовувати навчання персоналу для роботи з такими системами, оскільки їх ефективність залежить від правильного заповнення даних. Сучасні IT-рішення

створюють основу для переходу до прогнозних методів обслуговування техніки [13].

Прогнозне обслуговування набуває значної популярності серед аграрних підприємств, оскільки дозволяє оптимізувати витрати на ремонт та скоротити простої техніки. На основі аналізу даних телеметрії та історії експлуатації машин формуються моделі ймовірності відмови окремих вузлів. Це дає змогу планувати профілактичні заходи ще до того, як виникне суттєва несправність. Важливою умовою є наявність достатньої кількості даних, які збираються безперервно під час роботи техніки. Застосування алгоритмів машинного навчання допомагає виявляти аномалії в роботі двигунів, трансмісій та гідравліки. Завдяки цьому знижується ризик аварійних зупинок у розпал польових робіт. До того ж, прогнозне обслуговування сприяє продовженню ресурсу деталей за рахунок своєчасної заміни зношуваних елементів. Використання таких підходів поступово стає стандартом для великих агрохолдингів, які можуть інвестувати в розвиток ІТ-інфраструктури. Однак впровадження вимагає значних початкових інвестицій та відповідного рівня кваліфікації персоналу. Тому малим господарствам іноді вигідніше користуватися послугами сторонніх сервісних компаній, які надають прогнозне обслуговування на умовах аутсорсингу.

Сезонні коливання навантаження на технічну службу вимагають гнучкого підходу до організації робочого часу персоналу. У період активного використання техніки організовують роботу у дві або три зміни, щоб забезпечити неперервність обслуговування. Одночасно плануються виїзні бригади для ремонту техніки безпосередньо у полі, особливо під час посівної та жнив. Для виїзних робіт обладнують мобільні сервісні автомобілі, оснащені необхідним інструментом та запасними деталями. Це дозволяє швидко реагувати на аварії та мінімізувати час простоїв у польових умовах. У міжсезоння, коли обсяг польових робіт мінімальний, навантаження на сервіс знижується, що дає можливість сконцентруватися на капітальних ремонтах і модернізації. Проте навіть у міжсезоння важливо підтримувати готовність

робочих бригад до несподіваних ситуацій, наприклад, пошкоджень техніки під час підготовчих робіт. Гнучкість графіків роботи досягається за рахунок залучення тимчасових працівників або перепрофілювання частини персоналу на інші види робіт. Ключем до успішної організації є баланс між забезпеченням безперервного сервісу та оптимізацією витрат на оплату праці. Підприємства, які вміють адаптуватися до сезонних викликів, демонструють найкращі результати в підтримці технічного стану машинно-тракторного парку [14].

Особливості організації технічного сервісу в умовах воєнного стану в Україні вимагають особливої уваги до логістики та безпеки обслуговування техніки. У воєнних зонах існує ризик руйнування інфраструктури, що ускладнює доступ до ремонтних баз та складів запчастин. Багато підприємств створили мобільні групи обслуговування, які можуть оперативно переміщуватися для ремонту техніки поблизу зони бойових дій. При цьому забезпечення безпеки працівників є пріоритетом: організовуються маршрути руху в супроводі, а в зоні ризику встановлюють укриття та уклади для швидкого реагування. Крім того, аграрні підприємства співпрацюють із волонтерськими організаціями та місцевими громадами, щоб отримати додаткову підтримку у постачанні палива, мастил та матеріалів. В умовах критичного дефіциту деяких комплектуючих здійснюється ремануфактура – відновлення вживаних деталей із застосуванням електроерозійного та іншого спеціалізованого обладнання. Для захисту техніки від обстрілів використовують бронювання кабін та встановлення захисних навісів. Вирішальне значення має оперативна комунікація між керівництвом підприємства, бригадами сервісу та військовими формуваннями. Незважаючи на складнощі, багато господарств зберігають високий рівень технічної готовності машинно-тракторного парку завдяки гнучкості та креативності організації сервісу. Паралельно із цим здійснюється навчання персоналу діям в умовах підвищеної небезпеки та надання першої медичної допомоги. Ці заходи дозволяють аграрному сектору підтримувати виробничий процес навіть у найважчих обставинах [13].

Організація взаємодії з виробниками техніки є важливим фактором підвищення ефективності сервісного обслуговування. Багато агрохолдингів укладають контракти з офіційними дилерами на умовах технічної підтримки та навчання персоналу. Такі контракти передбачають постачання оригінальних запчастин за спеціальними цінами та надання гарантійного обслуговування. Крім цього, виробники часто проводять виїзні семінари та тренінги безпосередньо на базі господарств, що сприяє підвищенню якості обслуговування. У договорах можуть бути прописані умови оновлення діагностичного обладнання та надання оновлень програмного забезпечення. Взаємодія з виробником дозволяє оперативно отримувати технічні консультації у випадках складних несправностей. При цьому агро формують запит на модернізацію певних вузлів до виробника, що впливає на розвиток нових ліній продукції. Налагоджені канали комунікації сприяють зменшенню строків виконання гарантійних зобов'язань та підвищують загальну культуру обслуговування. Для невеликих фермерських господарств партнерство з виробником може бути менш вигідним через високі мінімальні обсяги закупівлі. Однак навіть у таких випадках варто підтримувати контакти для отримання технічних рекомендацій та доступу до оновленої документації [11].

Модернізація та технічне вдосконалення машинно-тракторного парку є невід'ємною частиною стратегії технічного сервісу. Аналіз ефективності роботи машин дозволяє виявити слабкі місця в конструкції та експлуатації техніки. На основі цього проводиться дообладнання тракторів та комбайнів додатковими опціями, наприклад, системою GPS-навігації чи системами автоматичного контролю глибини оранки. Багато господарств впроваджують системи обліку витрат палива та витратних матеріалів, що допомагає оптимізувати експлуатаційні витрати. До того ж, модернізація за рахунок встановлення більш енергоефективного обладнання знижує витрати на ремонт та обслуговування. Використання нових технологій, таких як самохідні обприскувачі або дрони для обприскування культур, змінює підхід до технічного обслуговування: зростає потреба у спеціалізованих навичках

персоналу. У зв'язку з цим деякі регіони створюють мобільні центри модернізації, які здійснюють переобладнання техніки безпосередньо на місці. Оцінка доцільності модернізації здійснюється через порівняння економічного ефекту від підвищення продуктивності з витратами на переобладнання. При правильному підході модернізація стає інвестицією, що окуповується протягом декількох сезонів. Таким чином, технічний сервіс не обмежується лише ремонтом, а стає інструментом стратегії розвитку агропідприємства [9].

Навчання та підвищення кваліфікації працівників служби технічного сервісу забезпечує оперативне впровадження новітніх технологій в обслуговуванні техніки. Регулярні курси підвищення кваліфікації організовують як самі господарства, так і виробники техніки, освітні заклади та центри професійного навчання. Тематика курсів охоплює діагностику, ремонтні технології, програмне забезпечення діагностичних систем, питання охорони праці та управління запасами. Відвідування виставок і конференцій дозволяє працівникам бути в курсі новинок на ринку технічного обслуговування. Додатково часто застосовуються онлайн-платформи для дистанційного навчання, що особливо актуально під час міжсезоння. Важливо, щоб навчання не обмежувалося лише теоретичними знаннями, а включало практичні заняття на реальному обладнанні. Оцінка рівня знань проводиться через тести та практичні випробування, що забезпечує підтвердження компетенцій. Після успішного проходження навчання працівники отримують сертифікати, які визнаються як внутрішніми, так і міжнародними організаціями. Система наставництва, де досвідчені фахівці передають знання молодим працівникам, сприяє кращому адаптаційному процесу. Таким чином, інвестиції у навчання персоналу безпосередньо впливають на якість технічного сервісу та його результативність [8].

Взаємодія технічної служби з водіями та операторами техніки є важливим компонентом ефективності технічного сервісу. Водії є першими, хто виявляє ранні ознаки несправностей та повідомляють про них у сервісну службу. Для цього розробляються інструкції з основними сигналами, що свідчать про

можливу несправність, та правилами їх фіксації. У багатьох господарствах діють системи обміну інформацією через мобільні додатки, що дозволяють оперативно передавати дані про технічний стан машини. Регулярні зустрічі між водіями та механіками дозволяють обговорювати проблемні моменти та шукати шляхи їх вирішення. Надання водіям базових навичок з обслуговування (заміна фільтрів, контроль рівня мастил) сприяє зменшенню кількості серйозних поломок. У свою чергу, механіки отримують від водіїв інформацію про особливості роботи техніки в конкретних умовах ґрунту чи клімату. Такий обмін інформацією допомагає адаптувати регламент обслуговування до реальних умов експлуатації. Крім того, в умовах багатофункціонального використання техніки оператори часто самостійно виконують дрібні ремонтні роботи, що вимагає від служби оперативного забезпечення деталями. Своєчасна взаємодія між усіма ланками технічного обслуговування сприяє швидкому реагуванню на виникаючі проблеми та зниженню витрат на ремонт [9].

Екологічні аспекти технічного сервісу стають дедалі більш значущими в аграрному секторі України. Обслуговування та ремонт техніки пов'язані з використанням мастильних матеріалів, хімічних речовин та відходів, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Для мінімізації екологічного навантаження сучасні сервісні підрозділи впроваджують системи збору та утилізації відпрацьованих масел, фільтрів та інших відходів. Закупівля біорозкладних мастильних матеріалів та використання екологічно безпечних мийних засобів сприяє скороченню шкідливого впливу. Крім того, у процесі обслуговування з'являється потреба у утилізації металевих та гумових відходів, що забезпечується співпрацею з спеціалізованими переробними підприємствами. Регулярний моніторинг викидів та відповідність стандартам є обов'язковим елементом системи управління середовищем. Навчання персоналу правилам екологічно безпечного виконання робіт змащення та утилізації відходів сприяє створенню екологічно відповідальної корпоративної культури. Дотримання екологічних стандартів допомагає аграрним підприємствам отримувати сертифікати та брати участь у програмах «зеленої»

сертифікації. Використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі для електропостачання ремонтних цехів, знижує залежність від традиційних видів палива. Екологічна відповідальність у технічному сервісі стає конкурентною перевагою на ринку та покращує імідж підприємства [11].

В умовах глобалізації аграрного ринку важливим стає питання комфортного забезпечення технічного сервісу в умовах логістичних викликів. Доставка запчастин до віддалених господарств у східних та південних регіонах України стає складнішою через пошкоджену інфраструктуру. Багато підприємств вирішують цю проблему шляхом створення регіональних складів запчастин, звідки здійснюється оперативне постачання у господарства. Поєднання власних складів з договорними зобов'язаннями з декількома постачальниками дозволяє знизити ризики перебоїв у поставках. Використання електронних платформ для відстеження посилок та вантажів забезпечує прозорість логістики. Водночас у східних регіонах налагоджуються партнерства з місцевими СТО та майстернями для екстреного ремонту техніки. У разі потреби техніка може бути відправлена на ремонт до найближчої зони, де є необхідні потужності. Такий підхід дозволяє знизити час простоїв навіть у несприятливих умовах. Крім того, тривають роботи щодо відновлення регіональної інфраструктури, що в перспективі покращить логістику. Аграрні підприємства, які активно працюють над оптимізацією ланцюгів постачання, отримують конкурентні переваги у вигляді вищої технічної готовності машин.

Управління витратами на технічний сервіс вимагає системного підходу та оцінки економічної ефективності кожного виду робіт. Для цього складаються калькуляційні карти, в яких враховуються витрати на запчастини, матеріали, робочий час персоналу та амортизаційні відрахування. У процесі обліку застосовуються нормативні показники норми часу та норм витрат матеріалів. Використання програм для калькуляції дозволяє автоматизувати процес розрахунків та уникнути помилок. Після проведення ремонтних робіт здійснюється аналіз відхилень фактичних витрат від нормативних. Це дозволяє виявляти неефективні процеси та оптимізувати витрати у майбутньому. У разі

виявлення систематичних перевитрат розробляються заходи щодо підвищення продуктивності праці та зменшення трудовитрат. Також проводиться регулярний аналіз ринкових цін на запчастини та матеріали для своєчасної оптимізації закупівель. Важливо враховувати валютні коливання, які впливають на вартість імпортованих деталей. Ефективне управління витратами технічного сервісу сприяє підвищенню рентабельності агропідприємства та його фінансової стійкості [12].

Проблемою для багатьох господарств є старіння машинно-тракторного парку, що ускладнює організацію технічного сервісу. Стару техніку важче обслуговувати через відсутність запчастин та устаткування, розроблених спеціально для застарілих моделей. У багатьох випадках доводиться робити запчастини під замовлення або використовувати аналоги, що часто призводить до зниження надійності ремонту. Щоб вирішити цю проблему, аграрні підприємства розробляють програми поступової реновації парку: поступова модернізація або оновлення техніки за рахунок авансів від продукції. Деякі господарства обирають лізинг або оренду сучасних машин, що значно знижує початкові вкладення. Також розглядаються програми державної підтримки оновлення сільськогосподарської техніки, які передбачають компенсації відсоткових ставок за кредитами. У разі технічного сервісу старих машин часто застосовуються технології ремануфактурювання, що дозволяє відновлювати зношені вузли до стану, наближеного до нового. Цей підхід сприяє продовженню терміну служби техніки та зменшенню витрат на закупівлю нових агрегатів. Однак настав кінцевий термін експлуатації, коли варто приймати рішення про повне списання техніки. Таким чином, проблема старіння парку потребує стратегічного підходу до планування його оновлення.

Співпраця з науковими та дослідницькими установами сприяє впровадженню інновацій у технічний сервіс. Українські аграрні науково-дослідні інститути проводять експериментальні розробки щодо покращення ресурсозбереження техніки та підвищення її надійності. Результати цих досліджень втілюються у вигляді нових рекомендацій щодо вибору мастил,

методів діагностики та реконструкції вузлів. Спільні проекти між аграрними дослідниками та практиками дають змогу адаптувати інноваційні рішення до реальних умов роботи на полях України. Крім того, університети проводять навчальні курси для працівників сервісних служб, що сприяє підвищенню рівня професійної підготовки. Співпраця проявляється не лише у вигляді консалтингу, а й у спільних пілотних проектах модернізації техніки. Такі пілоти дозволяють оцінити ефективність нових технологій у польових умовах та внести необхідні корективи. Для впровадження інноваційних сервісних технологій необхідні інвестиції, що можуть бути отримані через державні програми підтримки або міжнародні гранти. Досвід успішних впроваджень стане базою для поширення технології серед широкого кола аграріїв. Таким чином, науково-практичне співробітництво є важливою умовою стійкого розвитку служби технічного сервісу [14].

Соціальні аспекти організації технічного сервісу включають питання мотивації та задоволеності працівників. Успіх технічної служби залежить не лише від технічного оснащення, але й від рівня залученості та професіоналізму кадрового складу. Справедливі умови праці, прозорі системи винагород та можливості кар'єрного зростання сприяють утриманню кваліфікованих кадрів. Вагомим фактором є забезпечення працівників соціальними гарантіями, такими як медичне страхування та відпустки з оплатою. У регіонах з високим рівнем міграції робочої сили це стає особливо актуальним. Крім того, створення сприятливої робочої атмосфери та підтримка корпоративної культури зміцнюють командний дух. Важливо також враховувати потреби працівників у доступі до житла та транспортне забезпечення в сільській місцевості. Для працівників технічних служб часто організовують корпоративні заходи, спортивні змагання та соціальні ініціативи, що підвищує рівень згуртованості. Залучення працівників до процесу прийняття рішень щодо оновлення обладнання чи оптимізації процесів підвищує відчуття відповідальності та власну ініціативу. Все це сприяє стабільній роботі служби технічного сервісу та створює умови для довгострокового розвитку персоналу [12].

Оцінка перспектив розвитку організації технічного сервісу машинно-тракторного парку полягає у врахуванні економічних, технологічних та соціальних трендів. Завдяки цифровізації виробничих процесів зростає попит на впровадження дистанційних систем моніторингу та прогнозного обслуговування. Розвиток альтернативних джерел енергії, таких як електротрактори та гібридні комбайни, вимагає адаптації сервісних служб до нових видів обладнання та специфічних технологій обслуговування. Крім того, зростання ролі екологічних стандартів та «зеленої» сертифікації стимулює впровадження екологічно безпечних методів технічного обслуговування. Аграрні підприємства також зосереджуються на розвитку внутрішніх кадрів через партнерство з професійними навчальними установами. Зміни кліматичних умов можуть вимагати перегляду графіків обслуговування та підвищення уваги до адаптивності машин у польових операціях. У перспективі очікується підвищення ролі інтегрованих сервісних центрів, які поєднуюватимуть функції обслуговування, діагностики та підготовки операторів. Державна підтримка у вигляді субсидій та грантів на інноваційні розробки сприяє пришвидшенню переходу на нові технології. Збереження лідерства на ринку вимагає від агропідприємств постійного вдосконалення організації технічного сервісу. Загалом майбутнє технічного сервісу машинно-тракторного парку в Україні лежить у площині цифровізації, екологізації та людського капіталу [12].

Проведений розрахунок технічного сервісу в проєктному аграрному підприємстві представлено в додатку А, результати розрахунків представлено в на аркушах графічної частини.

РОЗДІЛ 2

СТВОРЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТА ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Зміна експлуатаційних характеристик моторних олив під впливом забруднень

Встановлено, що мастильні матеріали зазнають забруднення як внаслідок зовнішнього впливу, так і в результаті внутрішніх змін у їхній вуглеводневій основі. Такі небажані процеси стартують ще на етапі виготовлення олив на підприємствах нафтопереробної промисловості й тривають упродовж транспортування, зберігання та подальшого використання. За джерелом походження забруднення поділяються на дві категорії: ті, що виникають під час виробництва, та експлуатаційні [4].

Згідно з аналітичними даними, у процесі експлуатації сільськогосподарської техніки стандартні дизельні мастила можуть накопичувати до 0,14% масових домішок, а в автотракторних мастилах цей показник може сягати 0,28% при аналогічних умовах [5].

Мікроскопічний та спектральний аналіз зразків масел марок ДС-11 і ДС-8 свідчить про значну присутність твердих включень, розмір яких перевищує 50 мкм. У паливно-мастильних резервуарах господарств виявлено понад 1000 таких частинок на кожен дм^3 об'єму (табл. 3.1). Аналіз хімічного складу показує переважання вмісту силіцію та алюмінію (табл. 3.2), що вказує на високий рівень абразивної дії присутніх домішок у мастилах [6].

Якщо потрібно — можу продовжити перефразування наступних абзаців або допомогти з науковим оформленням цього розділу.

Таблиця 2.1 – Кількісна характеристика та розмірний розподіл домішок у дизельних оливах

i ÆÉÀ i ÆÑÈÈÀ	Ç ÆÒ ÇÀÄÐÓÁÍ ÁÍ Æ	ÑÀÐÄÄÁÍ ^a × ÈÑËÍ × ÀÑÒÍÊ (ðèñ. ðò/ ãì ³)							
		Í Í ² ÒÀÐÄÄÊÀ Õ ÐÍÇÍ ² Ð ² Ä							
ÄÑ 11	0,01	1-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50
		15,8	8,4	3,9	2,1	1,1	0,3	0,2	0,01
ÄÑ 11	0,014	17,4	12,3	2,0	1,0	0,8	0,2	0,02	0,005
ÄÑ 8	0,110	863,7	97,2	30,1	13,9	7,5	0,97	0,8	1,15
ÄÑ 11	0,112	974,5	849,2	24,5	74,2	16,3	4,1	1,7	2,9

Таблиця 2.2 – Властивості мінерального залишку домішок у моторних оливах

i ÆÉÀ i ÆÑÈÈÀ	Ç ÆÒ ÇÀÄÐÓÁÍ ÁÍ Æ % (í í ãñ)	Ç Í ² Ñ Ò 10 - 4 %				
		Í Í ² ÒÀÐÄÄÊÀ Õ ÐÍÇÍ ² Ð ² Ä				
		Fe	Cu	Pb	Fl	Si
ÄÑ 11	0,137	Ñèæè	0,2+0,4	0,04	Ñèæè	1,5+2,0
ÄËÍ - 10	0,080	-	0,12	-	0,5	2,3
ÄÑ 11	0,100	-	0,7+0,9	-	Ñèæè	1,7
ÄÑ 11	0,115	Ñèæè	0,25	0,02	0,12	1,4+2,2
ÄËÍ - 10	0,125	Ñèæè	0,17	-	0,32	1,4+2,5
ÄÑ 11	0,103	-	0,1+0,2	-	0,13+0,3	2,4

У процесі експлуатації двигуна моторні оливи зазнають постійних змін як у складі, так і у властивостях. Ці перетворення є наслідком складних фізико-хімічних реакцій, що відбуваються в умовах високих температур і тиску. Окрім твердих часток, у мастилах часто присутня волога, яка значно прискорює деградацію їхніх характеристик і суттєво впливає на стабільність складу [5].

Наявність води в оливі спричиняє зниження концентрації домішок у суспензії до 50–60% від початкового рівня [6]. Це зумовлено тим, що лужні компоненти, зокрема карбонати, виконують роль каталізаторів осадження, і в міру росту кристалів відповідних солей вони випадають в осад. Така взаємодія сприяє помутнінню мастильного матеріалу та знижує його колоїдну стабільність, що негативно позначається на надійності роботи двигуна.

Процес старіння моторної оливи у двигуні являє собою складну сукупність взаємопов'язаних фізико-хімічних змін, які зумовлені впливом низки факторів. Серед основних причин деградації оливи можна виокремити її

окиснення, що активізується за умов високої температури та наявності кисню з повітря. У результаті цього відбуваються реакції полімеризації вуглеводнів, що призводять до утворення різних продуктів – від рідких до твердих. Частина з них залишається розчиненою в оливі, інша ж – утворює механічні домішки, що погіршують її властивості [6].

Крім того, масло забруднюється нерозчинними включеннями, які формуються як із часток сажі, що виникають через неповне згоряння пального, так і з продуктів окиснення самої оливи. Додаткове забруднення спричиняють мікрочастинки зносу деталей, а також сторонні речовини з навколишнього середовища – зокрема вода, пісок і пил. Сукупна дія цих факторів істотно впливає на зниження ефективності та довговічності мастильного матеріалу.

Процеси забруднення мастильного матеріалу супроводжуються витратою присадок, зокрема тих, що відповідають за підтримання лужності оливи. Це пов'язано з нейтралізацією кислотних сполук, які утворюються під час експлуатації двигуна, а також з використанням диспергувальних присадок для стабілізації вуглеводневих частинок у маслі [6].

Найактивніше процеси старіння оливи відбуваються в зоні поршневих кілець, де масляна плівка зазнає дії критичних температур, окиснювального впливу кисню та агресивного середовища продуктів згоряння. У цій ділянці масло піддається глибокому термічному розкладу, що спричиняє інтенсивне утворення нерозчинних домішок. Їх накопичення в основному має фізичну природу і є наслідком дії сажі, частинок металевого зносу, пилу та інших сторонніх речовин [12].

Серед хімічних процесів старіння оливи провідну роль відіграє нейтралізація кислотних компонентів, яка супроводжується зниженням резерву лужності. Цей процес відбувається паралельно з окисненням базової оливи. Його швидкість визначається концентрацією активних сполук і змінюється залежно від умов роботи двигуна. Особливо важливим аспектом є зниження лужного резерву через нейтралізацію кислот, що утворюються внаслідок згоряння сірковмісного пального. Саме цей процес значною мірою впливає на

інтенсивність зношування деталей та утворення нагару в робочих зонах двигуна [11].

Процес нейтралізації полягає в хімічній взаємодії продуктів згоряння, зокрема окислів сірки, з водяною парою, унаслідок чого утворюються сірчисті та сірчані кислоти. Вони, своєю чергою, вступають у реакцію з вуглеводневою основою мастила та продуктами її окиснення, формуючи сульфонові кислоти. Кількість утворених реакційних сполук у мастилі визначається початковою концентрацією реагентів, наявністю стабілізуючих домішок або інгібіторів, а також умовами експлуатації – температурою та тиском [12].

У результаті таких реакцій склад оливи суттєво змінюється: зменшується вміст корисних функціональних присадок, натомість зростає концентрація шкідливих речовин – як розчинених, так і нерозчинних продуктів окислення. Це поступове накопичення небажаних компонентів вказує на глибоку деградацію масла й зниження його захисних і стабілізуючих властивостей.

Зміни у хімічному складі моторної оливи безпосередньо впливають на її експлуатаційні характеристики. У процесі старіння мастила спостерігається зростання значень параметрів, що відображають його деградацію, зокрема підвищується вміст нерозчинних часток та зростає кислотне число. Водночас ключові показники, які свідчать про ефективність захисних властивостей, як-от резерв лужності чи здатність до нейтралізації кислот, поступово зменшуються.

Слід зазначити, що деякі параметри, наприклад термоокислювальна стійкість, під час процесу старіння зазнають мінімальних змін або залишаються практично стабільними [7]. Така трансформація властивостей свідчить про поступову втрату мастилом своїх функціональних якостей і потребу в очищенні або заміні.

Зміни, які відбуваються в мастильному матеріалі в процесі його старіння, в основному відображають якісний аспект забруднення. Проте важливо враховувати, що сумарна кількість усіх видів забруднень у відпрацьованому мастилі становить лише незначну частину його загального об'єму — більшість, понад 85%, зберігає стабільний вуглеводневий склад. Цей факт відкриває

перспективу для ефективної регенерації відпрацьованої оливи та її подальшого використання за призначенням.

Присутність у мастилі продуктів старіння суттєво впливає на інтенсивність зношування контактних поверхонь у двигуні. Одним із проявів такого мікрозношування є стирання, яке виникає під дією низки чинників. У помірних межах незначне стирання зазвичай не є критичним для функціонування механізмів і навіть відіграє позитивну роль у період припрацювання нових або відновлених пар тертя.

Мікрозношування слід розглядати як природну й неминучу форму зносу, що виникає в умовах, коли неможливо забезпечити повноцінне рідинне змащення. Такий тип зношування проявляється у вигляді мікропошкоджень на контактних поверхнях, які в багатьох випадках є незворотними й можуть призвести до виходу деталей з ладу. Винятком є ранні стадії деяких видів мікрозношування, коли ушкодження залишаються незначними й не прогресують.

Фрикційні процеси та супутнє зношування відіграють вагомую роль у формуванні мікрозабруднень у мастилі. Згідно з дослідженнями Масленнікова М.М. та Раппопорта М.С. [11], істотна частина енергетичних втрат у двигуні зумовлена тертям ущільнюючих кілець об циліндрову поверхню, що є також головною зоною інтенсивного забруднення мастильного матеріалу. У цьому вузлі тертя відбувається переважно в умовах граничного змащення.

У режимі граничного змащення мастильна плівка не забезпечує повного розділення тертьових поверхонь, і основна функція змащення реалізується за рахунок утворення на поверхнях тонких захисних плівок, які мають адсорбційну або хімічну природу. Ці плівки мають значно нижчий коефіцієнт зсуву, ніж металеві поверхні, завдяки чому вони ефективно знижують тертя, зношування й запобігають заклинюванню вузлів тертя.

Умови тертя при граничному змащенні значною мірою залежать від здатності матеріалів, що контактують, до зчеплення на окремих мікроскопічних

ділянках дотику. Ці ділянки утворюються на вершинах мікронерівностей поверхні, де гранична мастильна плівка може порушуватись або повністю руйнуватись. У таких зонах можливе виникнення сухого тертя, зокрема між оксидними шарами або навіть свіжоутвореними (ювенільними) металевими поверхнями [5].

Гранична плівка формується внаслідок хімічної взаємодії активних компонентів мастильного матеріалу з металевими поверхнями контактуючих деталей. До складу цих активних речовин входять спеціально введені присадки, залишкові технологічні домішки, а також продукти окиснення мастила. Саме ці речовини забезпечують здатність оливи утворювати захисні шари, які зменшують інтенсивність зношування та підвищують надійність роботи трибоспрями у складних умовах тертя.

2.2 Способи та технічні засоби регенерації відпрацьованих моторних олив

Відновлення експлуатаційних властивостей відпрацьованих мастильних матеріалів здійснюється за допомогою фізичних, хімічних або комбінованих фізико-хімічних методів.

Хімічні способи регенерації мастильних матеріалів базуються на реакціях між забруднюючими компонентами в оливі та спеціально введеними хімічними реагентами. У ході цих реакцій утворюються нові сполуки, які легко відокремлюються від масляної основи. До основних методів хімічного очищення належать обробка кислотами, лужне очищення, видалення вологи за допомогою кальцієвих сполук, а також використання металевих гідридів для осушення й регенерації [3].

Застосування хімічних технологій дозволяє ефективно видаляти з масел асфальтосмолисті домішки, органічні кислоти, гетероатомні сполуки та воду. Ці методи широко впроваджені на спеціалізованих промислових установках, призначених для масової регенерації олив. Однак через складність обладнання,

необхідність у значній кількості реагентів та складність утилізації побічних продуктів, хімічні методи не набули поширення в умовах сільськогосподарських підприємств, де зазвичай працюють з обмеженим обсягом відпрацьованого мастила [5].

Фізико-хімічні способи очищення мастильних матеріалів базуються переважно на застосуванні коагулянтів і адсорбентів. Використання коагулянтів сприяє об'єднанню дрібнодисперсних, майже колоїдних частинок асфальтосмолистих речовин у більші агрегати, які осідають у вигляді осаду. Адсорбційні методи, своєю чергою, ґрунтуються на властивості деяких речовин вибірково поглинати органічні та неорганічні забруднювачі, що містяться в маслі [7].

За допомогою цих технологій можливо ефективно вилучати з олив асфальтосмолисті сполуки, органічні кислоти, а також як розчинену, так і емульговану воду. До найбільш уживаних фізико-хімічних методів належать [8]:

- коагуляція (застосування органічних і неорганічних електролітів, неелектролітів, розчинів поверхнево-активних речовин);
- адсорбція (фільтрація через адсорбенти, контактне очищення, очищення в рухомому шарі);
- іонообмінне очищення (у статичному або динамічному режимах);
- методи розчинення забруднень (деасфальтизація із застосуванням пропану, депарафінізація, селективне очищення, водне промивання).

Попри високу ефективність, зазначені методи, як і хімічні, мають обмежене застосування в умовах сільськогосподарських підприємств через складність реалізації, необхідність спеціального обладнання та обмежені ресурси.

До фізичних способів очищення мастильних матеріалів належать фільтрація та обробка в полях високої інтенсивності. Застосування таких методів дає змогу ефективно видаляти з олив твёрдодисперсні домішки,

мікрокраплі води, а також частково — смолисті сполуки та компоненти, схильні до утворення коксу.

Основні види обладнання, що використовуються для фізичного очищення масел за допомогою впливу силового поля, включають:

- відцентрові пристрої (гідроциклони, центрифуги);
- електричні установки (електростатичні та високочастотні системи);
- магнітні системи (електромагнітні пристрої або постійні магніти);
- вібраційні установки (механічні або ультразвукові);
- комбіновані установки, що поєднують кілька фізичних впливів для підвищення ефективності очищення.

Відомо, що високонапружені силові поля можуть бути реалізовані за допомогою різноманітних очисних пристроїв, зокрема відцентрових, ультразвукових і магнітних систем різної конструкції [14]. У відцентрових установках видалення твердих домішок відбувається завдяки дії відцентрової сили, яка відокремлює частинки від масляної фази.

Залежно від швидкості обертання ротора, центрифуги класифікують на три типи: низькошвидкісні (5000–10000 об/хв), високошвидкісні (10000–20000 об/хв) та ультрацентрифуги (з частотою обертання понад 20000 об/хв). Найбільшого поширення набули гідрореактивні центрифуги, що функціонують за принципом сегнерового колеса — ротор приводиться в обертання реактивною силою струменів оливи, які витікають із сопел. Такі установки відзначаються високою ефективністю розділення домішок, надійністю та простотою експлуатації [12].

Застосування механічного приводу в центрифугах дозволяє досягати значно вищих частот обертання, проте така конструкція є складнішою в порівнянні з гідрореактивними аналогами. Моделі з пневматичним або газовим приводом наразі перебувають на стадії експериментальних досліджень і широкого впровадження не отримали [17].

Слід зазначити, що навіть при ефективному відцентровому очищенні не всі дрібнодисперсні частки повністю видаляються з мастила. У зв'язку з цим

Г.І. Бремер [15] запропонував поняття «межа центрифугування», яке визначається критичним розміром частинок. Частинки, розмір яких менший за цей поріг, практично не осідають на внутрішній поверхні ротора й залишаються в об'ємі мастильного матеріалу.

Високошвидкісні центрифуги забезпечують рівень очищення від неорганічних часток до 1 мкм. Однак навіть при такій ефективності в мастилі залишаються органічні домішки, які сприяють утворенню лакових відкладень і нагару в деталях двигуна. Ультрацентрифуги здатні майже повністю видаляти мікроскопічні забруднення, проте складність їхнього виготовлення та висока вартість обмежують їх застосування у промислових масштабах. У більшості випадків ці пристрої використовуються як лабораторне обладнання для вивчення складу й рівня забруднення масел [12].

Крім центрифугування, для очищення мастил також широко застосовуються різноманітні типи фільтрів. Залежно від принципу затримання частинок, фільтри поділяють на поверхневі та глибинні [5].

Поверхневі фільтрувальні елементи працюють за принципом сита — вони затримують тверді частки на зовнішній стороні фільтрувального матеріалу. У таких фільтрах видаляються лише ті частинки, розмір яких перевищує розмір отворів у фільтруючій структурі.

Для очищення мастильних матеріалів використовують різноманітні типи фільтрів, серед яких найбільш поширеними є сітчасті, щілинні, тканинні, картонні та паперові.

Сітчасті фільтри складаються з металевої сітки та виконують функцію попереднього очищення. Вони затримують частки розміром від 20 до 200 мкм. Основним недоліком таких фільтрів є недостатній рівень тонкості фільтрації.

Щілинні фільтри, призначені для грубого очищення, забезпечують видалення домішок у діапазоні 20–125 мкм. Тканинні фільтри, зокрема з бавовняних або синтетичних матеріалів, затримують частки розміром 8–50 мкм, проте схильні до втрати міцності під дією кислотних компонентів, що присутні

в мастилi. У процесi експлуатацiї їх гiдравлiчний опiр поступово зростає через накопичення забруднень у пористий структурi фiльтрувального матерiалу.

Для очищення мастильних матерiалiв використовують рiзноманiтнi типи фiльтрiв, серед яких найбiльш поширеними є сiтчастi, щiлиннi, тканиннi, картоннi та паперовi [14].

Сiтчастi фiльтри складаються з металевої сiтки та виконують функцiю попереднього очищення. Вони затримують частки розмiром вiд 20 до 200 мкм. Основним недолiком таких фiльтрiв є недостатнiй рiвень тонкостi фiльтрацiї.

Щiлиннi фiльтри, призначенi для грубого очищення, забезпечують видалення домiшок у дiапазонi 20–125 мкм. Тканиннi фiльтри, зокрема з бавовняних або синтетичних матерiалiв, затримують частки розмiром 8–50 мкм, проте схильнi до втрати мiцностi пiд дiєю кислотних компонентiв, що присутнi в мастилi. У процесi експлуатацiї їх гiдравлiчний опiр поступово зростає через накопичення забруднень у пористий структурi фiльтрувального матерiалу.

Керамiчнi фiльтрувальнi елементи виготовляються з пористих керамiчних матерiалiв, i ступiнь очищення залежить вiд розмiру зерен наповнювача, зазвичай варiюючись у межах 0,1–100 мкм. Основним недолiком таких фiльтрiв є ризик вимивання абразивних частинок iз самої керамiчної структури пiд дiєю потоку мастильного матерiалу.

Металокерамiчнi фiльтри створюють за технологiєю порошкової металургiї iз застосуванням металевих, металокерамiчних або синтетичних порошокiв. Розмiр часток i метод виготовлення визначають рiвень фiльтрацiї, який також становить вiд 0,1 до 100 мкм. Вони мають високу мiцнiсть, добре переносять вплив високих температур i можуть бути багаторазово використанi завдяки можливостi очищення методом зворотного промивання.

2.3 Роль мiкрофiльтрацiї в технологiї очищення моторних оли

У сучасних технологiчних процесах регенерацiї вiдпрацьованих мастильних матерiалiв мiкрофiльтрацiя вiдiграє ключову роль. Наприклад,

французька компанія «Gotal» розробила інноваційну систему відновлення моторних олив під назвою «Tejelub». Цей метод передбачає багатоступеневу обробку відпрацьованої оливи з поетапним усуненням різних видів забруднень.

На першому етапі здійснюється відцентрове очищення, під час якого із масла вилучаються великодисперсні тверді частинки та вільна вода. Далі масло піддається термічній обробці, що забезпечує випаровування вологи й летких домішок, зокрема бензину, дизельного пального, розчинників тощо, які потрапляють у мастило в процесі експлуатації.

Після цього здійснюється хімічна обробка, яка сприяє знищенню забруднень і осадженню металевих частинок, що присутні в мастилі, у вигляді осаду — так званого мастильного шлаку. Цей осад додатково вилучається шляхом повторного центрифугування.

Наступним і найважливішим етапом є мікрофільтрація. Вона проводиться через спеціальні фільтрувальні елементи з пористої кераміки, що мають форму пустотілих циліндрів. Процес здійснюється за температури понад 300 °C та тиску близько 2 МПа. Завдяки мікрофільтрації із мастильного матеріалу ефективно видаляються лакові й смолисті компоненти, асфальтени, нагар та інші мікрозабруднення. Частки, що осідають на поверхні фільтра, постійно змиваються потоком оливи, створеним за допомогою центробіжного насоса, який працює в рециркуляційній системі.

Ефективність мікрофільтрації залежить від тиску в системі та температури оброблюваного масла. Після проходження цього етапу очищене мастило подається в нагрівальний блок і гідрогенізаційний реактор, де під дією каталізу відбувається насичення важких вуглеводнів воднем. Побічно вивільняється крекінг-газ, який може використовуватися як паливо в системі трубчастих печей.

Заключним етапом є вакуумна перегонка, під час якої отримане мастило розділяється на три фракції за показником в'язкості. У підсумку утворюється продукт, який за своїми характеристиками не поступається новим мастильним матеріалам і може без обмежень використовуватись у техніці. Вихід готової

відновленої оливи з одиниці сировини може перевищувати 70%, що свідчить про високу ефективність даного процесу.

Японська компанія «Kawakami» розробила автоматизовану установку для надтонкого очищення мастильних матеріалів, яка підключається безпосередньо до масляної системи. Процес фільтрації здійснюється за допомогою мембранних елементів, здатних затримувати частинки розміром від 0,02 до 0,1 мкм. Особливістю конструкції є можливість реверсування потоку мастила, що дозволяє проводити самопромивання фільтрувального елемента, продовжуючи таким чином його експлуатаційний ресурс.

Режим очищення передбачає промивання фільтра тривалістю 60–90 секунд з інтервалами в 1–2 години. Випускаються декілька модифікацій таких установок, продуктивність яких залежить від кількості фільтрувальних елементів і в'язкості оброблюваного мастила. Один фільтроелемент забезпечує пропускну здатність на рівні 10–15 літрів на годину.

Основна мета мікрофільтрації — видалення з мастильного матеріалу дрібнодисперсних продуктів окиснення, а також інших твердих домішок розміром понад 0,2 мкм, що значно покращує стабільність і якість відновленого масла. Така фільтрація може бути як ключовою технологічною операцією в процесі регенерації, так і виконуватись у поєднанні з іншими етапами — зокрема видаленням води, паливних залишків та крупнодисперсних частинок. Комбінування мікрофільтрації з попередніми методами очищення дає змогу досягти високої якості відновленого мастила, придатного для повторного використання.

2.4 Оцінка актуальності та постановка завдань дослідження з очищення мастильних матеріалів

У сучасних економічних умовах раціональне використання нафтопродуктів набуває особливої важливості як стратегічне завдання загальнодержавного рівня. Розв'язання цієї проблеми сприятиме збереженню

сотень тисяч тонн нафтопродуктів, що матиме суттєвий економічний ефект для всієї галузі.

Наукові дослідження свідчать, що технічна надійність, довговічність автотракторної техніки, а також стабільність її енергетичних і економічних характеристик значною мірою залежать від якості пально-мастильних матеріалів. При цьому вирішальне значення мають не лише їх фізико-хімічні властивості, а й ступінь забрудненості сторонніми включеннями.

Зокрема, знос деталей двигунів внутрішнього згоряння обумовлений низкою конструктивних, технологічних та експлуатаційних чинників. Проте одним з основних джерел інтенсивного зношування, особливо в умовах підвищеної запиленості, є абразивні домішки, що потрапляють у двигун разом із повітрям, паливом і мастилом. За даними досліджень, частка абразивного зносу в циліндро-поршневій групі тракторних двигунів може досягати 80–90% від загального експлуатаційного зношування.

Наслідки такого зношування призводять до значних матеріальних втрат для агропромислового комплексу. Це підкреслює актуальність поглиблених досліджень, спрямованих на удосконалення систем очищення мастильних матеріалів та впровадження новітніх технологій регенерації для зниження шкідливого впливу домішок і продовження ресурсу роботи техніки.

Процеси зношування компонентів техніки неминуче призводять до погіршення її технічного стану та зниження працездатності двигунів, агрегатів і механізмів. У зв'язку з цим питання мінімізації забруднень і забезпечення чистоти пально-мастильних матеріалів стає надзвичайно важливим, оскільки безпосередньо впливає на підвищення надійності й довговічності окремих вузлів і всієї техніки загалом.

Дослідженню впливу забрудненого моторного мастила на знос та ресурс вузлів тертя присвячено чимало наукових праць, серед яких особливо вирізняються роботи Григор'єва М.А., Пономарьова Н.Н., Рибокова К.В., Лишка Г.П., Топиліна Г.Є. та інших дослідників.

Механічні домішки та волога в нафтопродуктах викликають низку експлуатаційних проблем — вони дестабілізують склад оливи, змінюють її хімічні властивості й у ряді випадків настільки погіршують якість, що подальше використання таких матеріалів стає неможливим. Найбільш критично забруднення позначається на моторних оливах, оскільки в присутності домішок і води відбувається інтенсивне осадження забруднень, що погіршує мастильні властивості, прискорює зношування деталей і змушує значно частіше проводити заміну мастила.

Багато випадків відмов у роботі сільськогосподарської автотракторної техніки безпосередньо пов'язані з використанням олив із пониженими експлуатаційними характеристиками. Вивченню джерел і механізмів забруднення моторних мастил присвячені наукові праці таких авторів, як Рибakov К.В., Коваленко В.П., Жулдибін Е.Н., Турчанинов В.Є., Григор'єв М.А., Бунаков Б.М., Долецький В.А. та інших дослідників.

Фінансові втрати, спричинені підвищенням зношуванням деталей машин, надмірною витратою мастильних матеріалів та значною кількістю технічних відмов, є вкрай суттєвими. У зв'язку з цим пошук ефективних технічних рішень для очищення та регенерації відпрацьованих олив набуває особливої актуальності.

Створення сучасних та дієвих засобів очищення потребує глибокого аналізу природи забруднень. Так, професор К.К. Папок запропонував класифікувати домішки за їх хімічним складом і за характером процесів, які відбуваються в оливі під час забруднення. Інший підхід до класифікації представив Віпнер, який виділив три основні типи забруднень: опади, лакові плівки та нагарові відкладення. Н.Ф. Тельнов, у свою чергу, розробив класифікацію забруднень, що характерні саме для тракторів, автомобілів і сільськогосподарської техніки, враховуючи специфіку умов їх експлуатації.

Одним із ключових факторів, які впливають на інтенсивність зношування вузлів машин, є гранулометричний склад домішок. Це питання стало предметом численних досліджень таких учених, як І.К. Ватсон, Т.У. Хайлі, Б.Б. Бургеллон,

Н. Флостарев, А.І. Нісневич та Д.І. Висоцький. Вони встановили, що зношування деталей, зокрема циліндрів і поршневих кілець, прямо залежить від розміру абразивних частинок — до певної критичної межі його інтенсивність зростає разом зі збільшенням розміру частинок. Найбільш руйнівну дію на пару тертя «циліндр – поршневе кільце» чинять абразивні домішки розміром понад 25 мкм, тоді як для підшипників колінчастого вала критично небезпечними є частки, що перевищують 15 мкм. Ці дані слід враховувати при проектуванні та впровадженні нових систем очищення мастил.

У процесі експлуатації автотракторної техніки забезпечення необхідного рівня чистоти мастильних матеріалів досягається шляхом застосування різноманітних методів очищення, які умовно поділяються на дві основні групи. Перша охоплює методи фільтрації, друга — способи, що ґрунтуються на впливі різних силових полів, зокрема відцентрового. Реалізація кожного з цих підходів вимагає використання відповідних технологій і обладнання: фільтрів, відстійників, центрифуг, електрофізичних і вібраційних очисних пристроїв тощо.

Вітчизняні науковці зробили суттєвий внесок у розвиток теорії розділення рідин і твердих часток у відцентрових полях. Зокрема, були розроблені математичні моделі та методи прогнозування абразивного зношування деталей автотракторних двигунів з урахуванням ефективності захисних систем. Водночас суттєво вдосконалено теорію фільтраційних і центрифужних процесів, а також створено методики розрахунку характеристик фільтрувального обладнання.

Роботи в цьому напрямі тривають, зокрема у сфері підвищення ефективності відцентрового очищення паливно-мастильних матеріалів. Значний внесок у розвиток зазначених технологій зробили такі дослідники, як Григор'єв М.А., Рибалок К.В., Коваленко В.П., Пироженко Е.М., Ходаков В.А. та інші.

Втім, аналіз наукових джерел свідчить, що попри численні дослідження, багато аспектів ще потребують уточнення й подальшого наукового

обґрунтування. Особливо це стосується створення високоефективних засобів для очищення та глибокого очищення відпрацьованих масел. Ця проблема досі не має остаточного вирішення, особливо у сфері сільськогосподарського виробництва, й залишається недостатньо висвітленою в науково-технічній літературі.

2.5 Конструкція та принцип дії елементарного пристрою для очищення мастильних матеріалів

У процесі проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт тракторної техніки на сервісних станціях здійснюється збір використаних мастил у спеціальні резервуари. Щоб запобігти потраплянню в ці ємності великих сторонніх забруднень разом із відпрацьованим мастилом, було запропоновано конструкцію найпростішого очисного пристрою (рис. 3.1), який монтується безпосередньо на резервуар 1.

Цей пристрій являє собою ємність, внутрішній простір якої розділений на дві секції суцільною вертикальною перегородкою 3, що не доходить до дна приблизно на третину висоти ємності. Така будова забезпечує вільний перетік мастила з однієї секції в іншу через нижню частину резервуара. В одній із секцій передбачено знімну кришку 4, яка слугує отвором для заливання мастила та обслуговування пристрою. Ця проста, але ефективна конструкція дозволяє затримувати великі частки забруднень ще на початковому етапі очищення.

У тій самій секції, де відбувається первинне заливання мастила, встановлено дві знімні сітки: верхня сітка 5 має отвори діаметром 10 мм, а нижня сітка 6 — з отворами 4 мм. Така конфігурація забезпечує ефективне затримання великих і середніх механічних часток. У другій секції, у її верхній частині, закріплено трубопровід 2, через який відстояне мастило виводиться з ємності до наступного етапу очищення або зберігання.

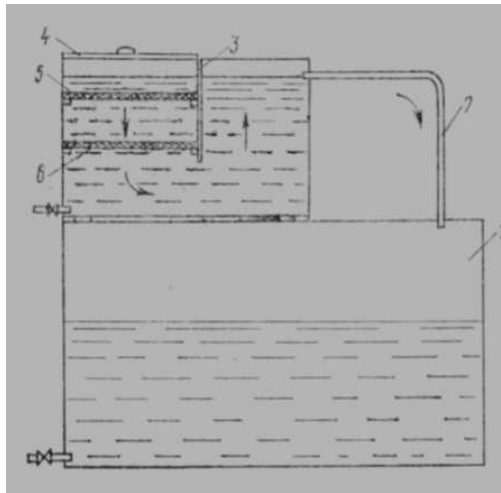


Рис. 2.1. Схема пристрою для попереднього очищення мастильного матеріалу: 1 – ємність (резервуар); 2 – трубопровід для виведення очищеної оливи; 3 – перегородка; 4 – знімна кришка; 5, 6 – фільтрувальні сітки.

За потреби осад, який накопичується на дні резервуара, видаляють вручну, а фільтрувальні сітки періодично промивають. Використання такого простого, але ефективного пристрою дало змогу значно підвищити чистоту зібраного відпрацьованого мастила, покращити його якість та загалом сприяти підвищенню виробничої культури на підприємстві.

2.6 Конструкція та принцип дії модернізованого пристрою

Розроблений пристрій для підігріву, очищення та роздачі мастильних матеріалів зібрано з використанням комплектуючих від списаної техніки та підручних матеріалів. У якості основної ємності (поз. 1 на рис. 3.2) використовується стандартна металева бочка, у якій було попередньо вирізано одне з днищ. Теплоізоляційний шар виконано з листового азбесту, покритого дерматинном, що забезпечує утримання тепла в процесі експлуатації.

Заливна кришка 7 із горловиною 14 виготовляється індивідуально за місцем встановлення пристрою або замінюється горизонтальною металевою рамою, виготовленою з профільного прокату. У ролі масляного насоса 3 використовується агрегат, знятий з дизельного двигуна типу СМД-14. Його редукційний клапан, який виконує функцію дроселя (поз. 2), попередньо

налаштовується на заданий робочий тиск. Така компоновка дозволяє ефективно здійснювати нагрівання, очищення та подачу мастила в умовах господарства при мінімальних витратах ресурсів.

Фільтр грубого очищення мастила (поз. 10) використано з дизельного двигуна ЯМЗ, а реактивна масляна центрифуга (поз. 11) — з двигунів СМД-14 або А-41. Для обліку об'єму очищеного мастила встановлюється лічильник рідини 13, тип якого підбирається відповідно до витрати. У випадку застосування каліброваного резервуара, лічильник можна замінити простою мірною лінійкою.

Гнучкий шланг високого тиску (поз. 4) взято з гідравлічної системи тракторів ДТ-75 або Т-150К. Як запірний елемент (поз. 9) використовується стандартний пробковий кран із газової арматури. Відвідний жолоб (поз. 17), призначений для направлення потоку мастила з реактивного приводу центрифуги або запобіжного клапана назад у резервуар, виготовляється з листової сталі або алюмінію.

У разі застосування центрифуг, узятих з тракторних двигунів, їхня конструкція вже містить вбудований клапан. У запропонованій схемі він виконує функцію зливного клапана (поз. 12), який активується при перекритому роздатковому крані. В такому випадку роль зливного трубопроводу (поз. 16) виконує вищезгаданий направляючий жолоб.

Для часткової автоматизації роботи пристрою передбачено встановлення електроконтактного дистанційного термометра будь-якого типу, який запускає електродвигун при досягненні заданої температури. За потреби пристрій може працювати й у ручному режимі, використовуючи звичайний термометр замість автоматичного сенсора.

Фільтрувальні елементи 10 і 11 кріпляться до сталевих плит 13 (рис. 3.2) за допомогою болтів через ущільнювальні прокладки, які забезпечують герметичність з'єднання. Плити виготовляються з листової сталі товщиною 8–12 мм. У зонах, що відповідають вхідним та вихідним каналам фільтрів,

просвердлюють відповідні отвори, в які приварюють або вгвинчують штуцери для під'єднання гідравлічних шлангів.

У плиті, призначеній для встановлення центрифуги, вирізається технологічне вікно, яке співпадає за розміром зі зливним отвором реактивного приводу самої центрифуги. Це вікно закривається направляючим жолобом 14, який забезпечує відведення мастила. Уся конструкція закріплюється болтами до горизонтальної рами 12, яка виготовляється з кутника 32×32 мм. До цієї ж рами прикріплюється плита фільтра грубого очищення та несуча рама 6, на якій монтується насосна станція.

Вертикальний вал 8 має у верхній частині еластичну муфту 9, а в нижній — шліцьову муфту 4, що забезпечує надійне з'єднання з приводом. Забір мастила відбувається через маслозабірник 1, оснащений сітчастим фільтрувальним елементом. Патрубок 2 з'єднує маслозабірник із насосом 3, який подає мастило в систему. Після очищення масло подається до споживача через роздавальний рукав, обладнаний пістолетом, аналогічним тим, що використовуються в паливороздавальних колонках.

Принцип дії пристрою полягає в наступному. Після запуску електродвигуна та закритого роздавального крана весь об'єм мастила, що подається масляним насосом, проходить через дросель 15. У результаті цього відбувається його нагрівання. Якщо очищення мастила не передбачається, то після досягнення температури 20...30 °С (в залежності від типу мастильного матеріалу та умов заправки агрегатів) роздавальний кран переводять у відкрите положення, і подача мастила до споживачів здійснюється через пістолет. У цьому випадку рідина проходить лише через фільтр грубого очищення, який затримує великі механічні домішки.

Попри те, що потік мастила частково прямує через реактивну центрифугу 11, на цьому етапі відцентрове очищення не відбувається, оскільки температура мастила ще недостатня для ефективного розділення домішок. У тих випадках, коли мастило вже має необхідну в'язкість для заправки, а потреби в глибокому очищенні немає, попереднє нагрівання не проводиться.

Коли роздавальний кран залишається закритим, а насос продовжує працювати, мастило повертається назад у резервуар через зливний клапан. У випадку необхідності тонкого очищення як нового, так і відпрацьованого мастила, рідину попередньо нагрівають до температури 60...70 °С, що забезпечує оптимальні умови для роботи центрифуги та досягнення високого ступеня очищення.

Для досягнення високої ефективності очищення мастильного матеріалу, особливо при використанні відцентрових методів, необхідна відповідна попередня підготовка оливи. Міцні атомно-молекулярні взаємозв'язки між домішками та молекулами мастила перешкоджають повноцінному відокремленню забруднень, оскільки густина чистої та забрудненої оливи майже ідентична. Це ускладнює очищення за допомогою лише відцентрової сили. Для розв'язання цієї проблеми застосовується процес дроселювання.

При пропусканні мастила через дросель, струмінь, що виходить у товщу рідини, зазнає різкого падіння тиску та зміни швидкості, що сприяє руйнуванню міжмолекулярних зв'язків між забрудненнями та базовим маслом. Завдяки цьому зростає ефективність наступного етапу — відцентрового розділення домішок. Крім того, введення дросельованого струменя безпосередньо в об'єм оливи зменшує шум під час роботи та забезпечує рівномірне розподілення тепла, запобігаючи локальному перегріву.

Видалення води з мастила відбувається двома шляхами: частина вологи затримується у вигляді осаду на внутрішніх стінках ротора центрифуги, інша — випаровується під час проходження через форсунки, де тиск різко падає нижче атмосферного. Це створює умови для википання води, оскільки при температурі 60–70 °С, яка є робочою для очищення, вода активно випаровується.

Щоб уникнути надмірного насичення мастила повітрям, зливний жолоб спрямовується до самого дна резервуара. Олива, що пройшла тонке очищення, повертається у резервуар для можливого повторного очищення через спеціальний зливний трубопровід. У цей момент роздатковий кран залишається

закритим. Забір мастила насосом здійснюється з нижніх шарів резервуара, де зазвичай накопичуються найбільш забруднені фракції, які ще не пройшли повну фільтрацію або були очищені частково.

Температурний режим контролюється електроконтактним термометром, який виконує функцію автоматичного регулювання: при досягненні заданої температури мастила пристрій самостійно відключає електродвигун, забезпечуючи безпечну та напівавтоматизовану роботу установки.

З метою відновлення експлуатаційних характеристик очищеного мастила передбачається встановлення окремого резервуара для присадок, з якого активні компоненти у строго дозований кількості подаються до бака з очищеною оливою.

Після проходження мастила через систему фільтрації 3–4 рази воно подається споживачам або перекачується до накопичувальної ємності для зберігання.

Слід зазначити, що відцентровий метод очищення, як і всі інші наявні, не здатен повністю усунути з оливи найдрібніші вуглецеві частинки, які залишаються у вигляді суспензії. Саме вони надають відпрацьованому мастилу характерного темного кольору. Однак ці частки не впливають на функціональні властивості мастильного матеріалу. Таким чином, забарвлення оливи не може вважатися показником її чистоти. Результати лабораторного аналізу засвідчили, що вже після дворазового проходження через фільтрувальні елементи в очищеному мастилі відсутні вода та абразивні домішки.

Впровадження цього пристрою в практику дозволяє значно знизити витрати на придбання нового мастила, зменшуючи потребу в його заміні завдяки ефективній регенерації.

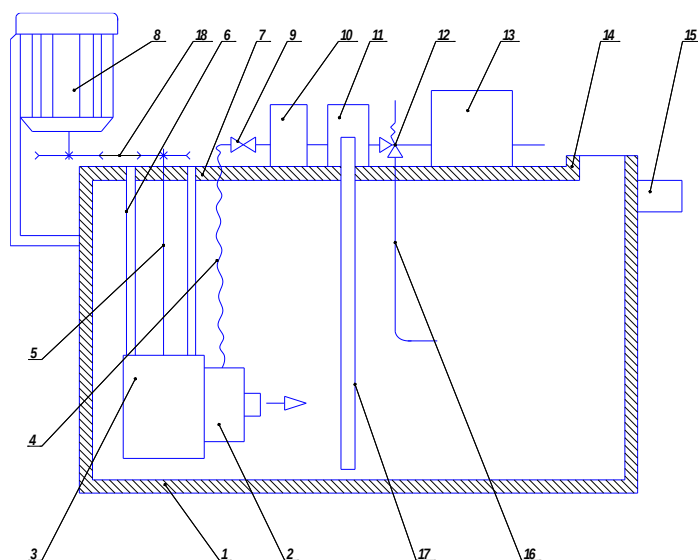


Рис. 2.2. Схематичне зображення розробленого пристрою для очищення мастильного матеріалу: 1 – ємність; 2 – дросельний елемент; 3 – насос; 4 – гнучкий шланг; 5 – вертикальний вал; 6 – несуча рама; 7 – кришка; 8 – електродвигун; 9 – запірний кран; 10 – фільтр; 11 – центрифуга; 12 – клапан зливу; 13 – витратомір; 14 – горловина для заливання; 15 – електроконтактний термометр; 16 – зливна магістраль; 17 – направляючий жолоб; 18 – клинопасова передача.

РОЗДІЛ 3

ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИСТРОСУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОЛИВИ

Робочий тиск у системній магістралі розраховується відповідно до наступного виразу, наведеного у джерелі [7]

$$P = \frac{61,2 \cdot N \cdot \eta}{Q_{\phi}}, \quad (3.1)$$

де P – тиск, Мпа;

N – потужність на електроприводі, кВт;

Q_{ϕ} – насосна подача, л/хв.;

η – коефіцієнт корисної дії насоса.

Обираємо електропривід з номінальною потужністю 5,5 кВт та продуктивністю насосного агрегата 32 л/хв.

Підставивши ці параметри у відповідне рівняння, виконуємо необхідні обчислення.:

$$P = \frac{61,2 \cdot 5,5 \cdot 0,98}{50} = 6,5 \text{ Мпа},$$

Розрахунок клинопасової передачі для приводу вала.

Вихідні параметри для розрахунку:

– Швидкість обертання валу насоса: $n_k = 2000$ об/хв

– Швидкість обертання валу електродвигуна: $n_e = 1450$ об/хв

– Потужність на електродвигуні: $N = 5,5$ кВт

Передаточне число визначаємо за залежністю, наведеною в джерелі [17]:

$$i = \frac{n_B}{n_E}, \quad (3.2)$$

де n_B – число обертів привідного валу, $n_B = 2000$ хв⁻¹;

n_E – число обертів валу електродвигуна, $n_E = 1450$ хв⁻¹.

Підставляємо отримані дані у відповідне рівняння та виконуємо обчислення:

$$i = \frac{2000}{1450} = 1,37,$$

Обчислюємо діаметр веденого (меншого) шків за відповідним виразом, наведеним у джерелі [7]:

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T_1}, \quad (3.3)$$

де T_1 – момент крутний, Н*мм.

$$T_1 = \frac{N}{\omega}, \quad (3.4)$$

де $N=5,5$ кВт – потужність на електродвигуні;

ω – швидкість кутова, рад/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_e}{30}, \quad (3.5)$$

де $n_e=1450$ хв⁻¹ – швидкість обертання вала електроприводу.

Вносимо відповідні параметри у формулу та здійснюємо необхідні обчислення:

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1450}{30} = 151,7 \text{ рад/с},$$

Підставляємо вихідні дані у формулу (3.4) та виконуємо розрахункові дії:

$$T_1 = \frac{5,5 \cdot 10^3}{151,7} = 36,2 \text{ Н} \cdot \text{м} = 36,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Вводимо відповідні значення у формулу (3.3) та здійснюємо необхідні обчислення:

$$d_1 = (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{36,2 \cdot 10^3} = 99,2 \dots 132,3,$$

Відповідно до вимог стандарту ДСТУ, отримане значення округлюємо до найближчого типового розміру в міліметрах..

Розрахунок діаметра веденого шків здійснюємо за відповідною формулою:

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.6)$$

де i — передавальне число приводу;

$\varepsilon = 0,01$ — коефіцієнт відносного проковзування паса.

Підставляємо задані значення у формулу (3.6) та виконуємо відповідні

обчислення:

$$d_2 = 125 \times 1,37 \times (1 - 0,01) = 169,4 \text{ мм},$$

Відповідно до вимог ДСТУ, обираємо діаметр шківів $d_2 = 160 \text{ мм}$.

Максимальну міжосьову відстань розраховуємо за наступною формулою

$$a_{\max} = d_1 + d_2, \quad (3.7)$$

$$a_{\max} = 160 + 125 = 285 \text{ мм},$$

Розрахунок довжини паса здійснюємо за наступною формулою:

$$L = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \quad (3.8)$$

Вносимо числові дані у формулу та виконуємо необхідні обчислення:

$$L = 2 \cdot 285 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 160) + \frac{(160 - 125)^2}{4 \cdot 285} = 1018,5,$$

Розрахунок швидкості руху паса виконуємо за наступною формулою:

$$g = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_2}{60}, \quad (3.9)$$

Підставляємо відповідні значення у формулу та здійснюємо розрахунок:

$$g_1 = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 1450}{60} = 12141 \text{ мм/с} = 12,14 \text{ м/с}$$

Розрахунок сил, що виникають у пасовій передачі, здійснюємо відповідно до формул, наведених у джерелі [19]:

$$F_t = \frac{N}{g}, \quad (3.10)$$

$$F_1 = F_0 + 0,5 \cdot F_t, \quad (3.11)$$

$$F_2 = F_0 - 0,5 \cdot F_t, \quad (3.12)$$

де F_t – кругова сила, Н;

F_1, F_2 – натяг ведучої та веденої частини, Н;

F_0 – поперечний натяг відповідної частини, Н;

$$F_0 = \sigma_0 \cdot v \cdot b, \quad (3.13)$$

де $\sigma_0 = 1,8 \text{ Мпа}$ – напруження від натягу (поперечного) паса;

$v = 30 \text{ мм}$ – ширина паса;

$b = 8,5 \text{ мм}$ – товщина паса.

Вводимо необхідні значення у формулу та виконуємо обчислення:

$$F_0 = 1,8 \cdot 30 \cdot 8,5 = 765 \text{ Н},$$

Підставляємо відповідні значення у формули (3.10), (3.11) та (3.12), після чого виконуємо необхідні розрахунки:

$$F_t = \frac{5,5 \cdot 10^3}{12,14} = 453,1 \text{ Н},$$

$$F_1 = 765 + 0,5 \cdot 453,1 = 991,5 \text{ Н},$$

$$F_2 = 765 - 0,5 \cdot 453,1 = 538,4 \text{ Н},$$

Зусилля, що прикладається до вала, розраховується за відповідною формулою:

$$F_d = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \alpha / 2, \quad (3.14)$$

де z – чисельність пасів, шт;

α_1 – кут обхвату меншого шківа.

Розрахунок кута охоплення веденого шківа здійснюємо за відповідною формулою.:

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}, \quad (3.15)$$

Підставляємо числові дані у формулу та виконуємо необхідні обчислення:

$$\alpha_1^0 = 180 - 57 \cdot \frac{160 - 125}{285} = 173^0,$$

Кількість пасів визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (3.16)$$

де допустиме значення потужності для одного паса становить $P_0 = 6,05$ кВт [18].;

Коефіцієнти коригування:

- $C_L = 1,08$ – враховує вплив довжини паса (табл. 7 [1]);
- $C_p = 1,1$ – враховує характер навантаження (табл. 7 [1]);
- $C_\alpha = 0,89$ – з урахуванням кута охоплення шківа;
- $C_z = 0,95$ – залежить від кількості пасів у приводі.

Підставляємо ці значення у формулу та виконуємо розрахунок:

$$Z = \frac{5,5 \cdot 1,1}{6,05 \cdot 1,08 \cdot 0,89 \cdot 0,95} = 1,09 \text{ шт}$$

Приймаємо один пас.

Підставляємо значення у формулу 3.14 і проводимо розрахунок:

$$F_a = 2 \cdot 765 \cdot 1 \cdot \sin 173^\circ / 2 = 1527,1 \text{ Н},$$

Будуємо схему прикладених сил, що впливають на вал.

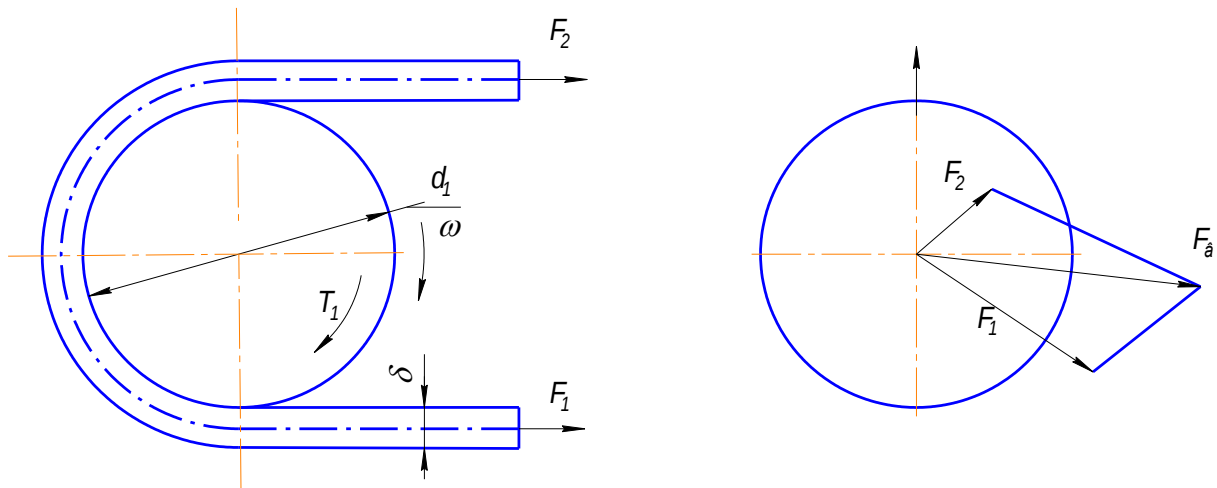


Рис. 3.1. Силова схема дії навантажень у пасовій передачі

Довжину маточини шківа розраховуємо за наступною формулою:

$$l = (1,5...2) \cdot d_0, \quad (3.17)$$

де $d_0 = 22\text{мм}$ – діаметр отворів.

Вносимо необхідні значення у формулу та виконуємо розрахункові дії:

$$l = (1,5...2) \cdot 22 = 33...44 \text{ мм},$$

Маємо $l=40\text{мм}$.

Розрахунок зовнішнього діаметра маточини виконуємо за відповідною формулою::

$$d_1 = (1,8...2) \cdot d_0, \quad (3.18)$$

Підставляємо задані значення у формулу та здійснюємо розрахунок:

$$d_1 = (1,8...2) \cdot 22 = 39,6...44 \text{ мм},$$

Маємо $d_1 = 40\text{мм}$.

Розрахунок діаметрів валів

Початкові дані для проведення розрахунків:

Потужність, що передається на вал, становить 5,5 кВт.

Зусилля, з яким клинопасова передача впливає на вал, дорівнює 1527,1 Н.

Крутний момент, що виникає на валу, обчислюється за формулою:

$$T_2 = T_1 \cdot i, \quad (3.19)$$

де $T_1 = 36,2 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}$,

$i = 1,37$.

Підставляємо відповідні числові значення у формулу та виконуємо обчислення:

$$T_2 = 36,2 \cdot 1,37 = 49,6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Незначні реакції опор визначаємо за формулами:

$$R_{x2} = F_t \cdot \frac{a}{e} \quad (3.20)$$

$$R_{y2} = \frac{F_g \cdot a - F_r \cdot \frac{d_2}{2}}{e} \quad (3.21)$$

Вносимо числові дані у формули та виконуємо необхідні розрахунки:

$$R_{x2} = 453,1 \cdot \frac{64}{314} = 92,4 \text{ Н},$$

$$R_{y2} = \frac{1527,1 \cdot 64 - 991,5 \cdot \frac{125}{2}}{314} = 113,9 \text{ Н},$$

Згинальні моменти у двох взаємно перпендикулярних площинах обчислюємо за відповідними формулами:

$$M_y = R_{x2} \cdot e, \quad (3.22)$$

$$M_x = R_{y2} \cdot e, \quad (3.23)$$

Підставляємо наявні значення у відповідні формули та виконуємо розрахункові дії.:

$$M_y = 92,4 \cdot 314 = 29,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$M_x = 113,9 \cdot 314 = 35,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Переходимо до побудови епюр згинальних моментів

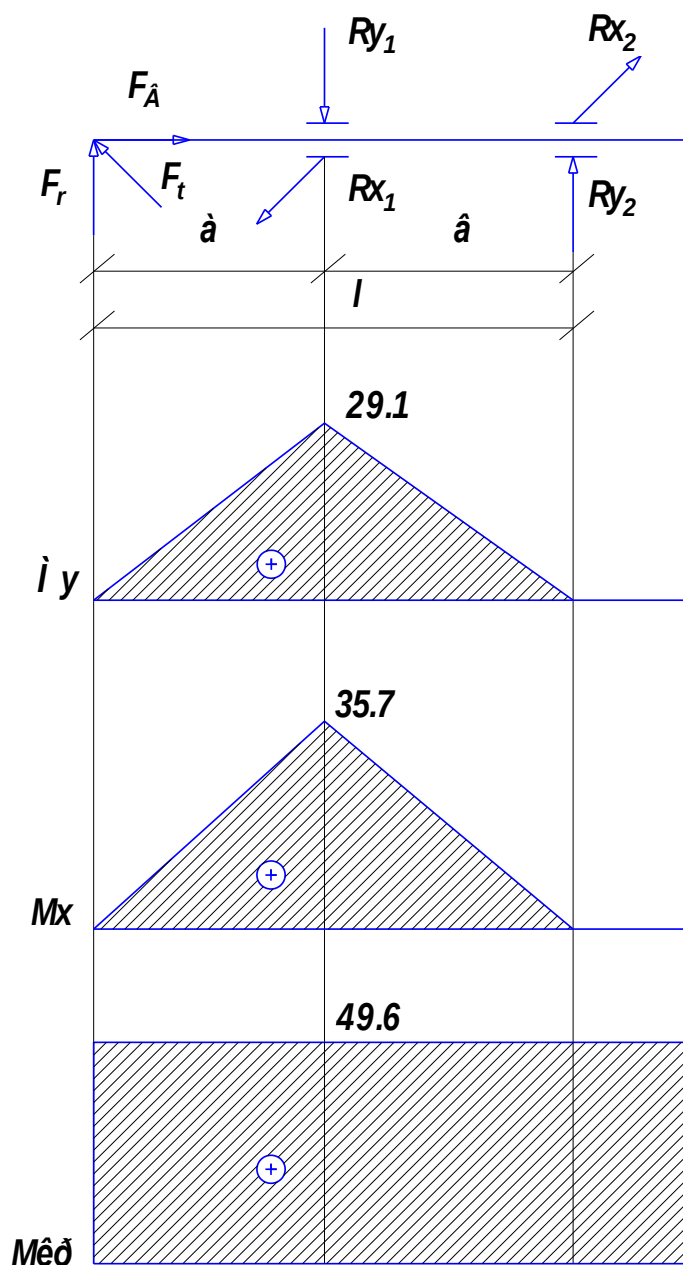


Рис. 3.2. Схема для розрахунку вала

Загальний (сумарний) згинаючий момент розраховуємо за наступною формулою:

$$M = \sqrt{M_y^2 + M_x^2}, \quad (3.24)$$

Вставляємо відповідні значення у формулу та виконуємо розрахунок:

$$M = \sqrt{(29,1 \cdot 10^3)^2 + (35,7 \cdot 10^3)^2} = 46,1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

Діаметр вала обчислюємо за формулою, наведеною в джерелі [7]:

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{M}{0,2 \cdot [\tau_k]}}, \quad (3.25)$$

де $[\tau_k] = 25 \text{ Мпа}$ – допустиме напруження.

Підставляємо необхідні значення у формулу та виконуємо обчислення:

$$d_a = \sqrt[3]{\frac{46,1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 20,9 \text{ мм},$$

Приймаємо номінальний діаметр вала під встановлення підшипників:
 $d_e = 25 \text{ мм}$.

До експлуатації пристрою допускаються лише особи, які досягли 18-річного віку, ознайомлені з конструкцією обладнання, вивчили правила безпечного користування ним і пройшли відповідний інструктаж з охорони праці. Додатково обслуговуючий персонал зобов'язаний пройти медичний огляд.

Перед початком роботи слід очистити робочу зону навколо пристрою від сторонніх предметів. Перед запуском обладнання необхідно переконатися в його технічній справності, цілісності та надійності всіх болтових, шарнірних і пасових з'єднань. У процесі роботи забороняється відкривати робочі елементи, занурювати руки у ванну з мастилом, а також проводити змащування чи регулювання механізмів.

У разі засмічення або блокування робочих вузлів необхідно зупинити пристрій, після чого дозволено проводити очищення та усунення несправностей.

Обслуговуючий персонал має бути одягнений у спеціальний робочий одяг — комбінезон або куртку зі штанами, при цьому рукави повинні бути щільно зав'язані. Забороняється працювати в одязі з вільними деталями, зокрема довгими полами або широкими рукавами, що можуть бути втягнуті в рухомі частини.

Робоча зона повинна бути забезпечена достатнім освітленням для безпечного та ефективного обслуговування пристрою.

Обслуговування електротехнічної частини обладнання дозволяється лише кваліфікованому електрику з розрядом не нижче третього. Усі роботи, пов'язані з технічним обслуговуванням або ремонтом електроустановок,

повинні виконуватись виключно при повному відключенні напруги. Перевірку її відсутності на всіх фазах необхідно здійснювати за допомогою справного індикатора напруги.

На електрощиті або шафі, де розміщено рубильник, під час виконання робіт обов'язково вивішується попереджувальний знак “Не вмикати — працюють люди”. Використання електроінструменту, призначеного для роботи при напрузі 127 або 220 В, дозволено лише за умови застосування діелектричних засобів захисту — спеціальних рукавиць і взуття.

Під час ремонту електрообладнання інструменти електромонтера повинні мати надійну ізоляцію рукояток довжиною не менше 100 мм, що гарантує електробезпеку в процесі роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі чітко окреслено завдання щодо забезпечення безперебійної експлуатації техніки шляхом розробки системи планово-попереджувального обслуговування та своєчасного вирішення поточних ремонтних заходів. Визначення потреб у ресурсах, аналіз структури обслуговування та встановлення регламентів ТО дозволили створити логічно обґрунтовану методику організації технічного сервісу, що враховує специфіку агровиробництва та сезонні коливання навантажень на техніку.

Одним із головних результатів дослідження стало розрахування трудових затрат на виконання окремих етапів технічного сервісу. На підставі технологічних карт і нормативів часу було визначено фактичні трудовитрати на діагностичні операції, регламентні ТО та ремонтні роботи. Зокрема, встановлено середній час простою техніки під час обслуговування та обґрунтовано кадрові потреби для підтримки безперервного циклу виробничих операцій. Це дозволило розрахувати оптимальні фонди часу для механіків і обслуговуючого персоналу, що сприятиме збалансуванню навантаження та підвищенню продуктивності підрозділу технічного сервісу.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблена методика та проведені розрахунки можуть бути використані аграрними підприємствами для планування та організації власної служби технічного обслуговування МТП.

У ході виконання кваліфікаційної роботи проведено аналіз існуючих методів і технічних засобів очищення моторної оливи в умовах машинно-тракторного парку. Виявлено, що більшість традиційних фільтраційних систем не забезпечують достатньої ефективності щодо видалення дрібнодисперсних механічних домішок і продуктів зносу, що призводить до прискореного зношування двигуна та підвищеного ризику аварійних відмов. З урахуванням виявлених недоліків сформульовано технічні вимоги до нового пристосування, серед яких обсяг обробки оливи, ступінь очищення, швидкість роботи та простота обслуговування.

На основі аналізу технічних вимог розроблено конструкційний ескіз пристосування для очищення моторної оливи, що передбачає використання поєднаного методу механічної та магнітної фільтрації. У роботі детально описані принципи дії окремих вузлів. Проведено розрахунки гідравлічних опорів, підбору фільтрувальних елементів та розміщення магнітів для досягнення оптимальних умов фільтрації без значних втрат тиску оливи.

Впровадження розробленого пристосування для очищення моторної оливи сприятиме підвищенню надійності й ефективності технічного сервісу машинно-тракторного парку, зменшенню витрат на експлуатаційні матеріали, а також підвищенню екологічної безпеки аграрного виробництва. У межах подальших досліджень рекомендується доопрацювати систему автоматичного контролю стану фільтрувальних елементів та запровадити нормативну документацію для стандартизації процесу очищення моторної оливи. Це дозволить сформувати комплекс заходів із загальної оптимізації технічного обслуговування МТП та забезпечити стаке підвищення продуктивності й рентабельності аграрних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антоненко В.П. Технічне обслуговування та ремонт тракторів і сільськогосподарських машин: підручник. Київ: Урожай, 2016. 384 с.
2. Бондаренко І.П. Машинно-тракторний парк: організація та експлуатація. Київ: НАУ, 2017. 256 с.
3. Василенко С.О. Фільтрація промислових рідин: теорія та практика. Харків: ХНУМГ, 2018. 312 с.
4. Гуменюк В.І., Шевчук О.В. Системи змащення і очищення оливи в дизельних двигунах: навч. посібник. Львів: ЛНУ, 2015. 224 с.
5. ДСТУ 2159-93. Оливи моторні і спеціальні. Загальні технічні умови. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1993.
6. Євтушенко М.М. Технологічні процеси ТО і ремонту механізмів сільськогосподарської техніки: монографія. Черкаси: ЧНУ, 2019. 296 с.
7. Жук І.І. Фільтраційні елементи в автомобільній техніці: конструкція та експлуатація. Київ: Кондор, 2014. 208 с.
8. Загребельний П.О. Основи технічного сервісу машинно-тракторного парку. Чернівці: Букрек, 2017. 264 с.
9. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
10. Іваненко В.В. Організація технічного обслуговування МТП на сільгосппідприємствах: рекомендації. Вінниця: НУБіП, 2018. 192 с.
11. Карпенко О.Д., Сидоренко В.П. Автоматика і контроль в системах очищення оливи: практичний посібник. Харків: Політехніка, 2020. 240 с.
12. Клименко А.С. Експлуатація та ремонт двигунів тракторів: методичні вказівки. Дніпро: ДНУ, 2016. 176 с.
13. Корнєв Н.М. Сучасні технології очищення промислових мастил. Одеса: Одеська політехніка, 2019. 288 с.

14. Лисенко В.В. Технічне діагностування машинно-тракторного парку: підручник. Київ: Наукова думка, 2015. 320 с.
15. Борак К. В., Куликівський В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів. Ч. 1: Теоретичні основи матеріалознавства : навч. посіб. Житомир : Поліський нац. ун-т, 2024. 101 с.
16. Мартиненко І.Г., Бойко С.В. Методи регенерації відпрацьованих олив у сільському господарстві. Запоріжжя: ЗДУ, 2018. 208 с.
17. Нагорний Ю.М. Проектування пристроїв для очищення технічних рідин: монографія. Харків: ХНТУСГ, 2017. 272 с.
18. Олійник П.І. Економічна ефективність застосування систем очищення оливи в МТП. Київ: КНЕУ, 2020. 160 с.
19. Павленко М.С. Технологія ТО і ремонту сільськогосподарської техніки: монографія. Чернігів: Чернігівський ДТУ, 2016. 304 с.
20. Петренко О.Ю. Мастила та змазувальні матеріали: довідник. Львів: Видавництво ЛНУ, 2015. 256 с.
21. Семенченко А.В. Інноваційні методи очищення мастил та рідин в аграрній техніці. Київ: Техніка, 2019. 224 с.
22. Федоренко І.І. Організація технічного сервісу МТП: нормативно-методичні матеріали. Полтава: ПНТУ, 2017. 200 с.